

Ассоциация «История и компьютер»  
Московский государственный университет  
им. М.В. Ломоносова  
Кафедра исторической информатики  
Алтайский государственный университет  
Кафедра архивоведения и исторической информатики  
Томский государственный университет  
Кафедра гуманитарных проблем информатики

**КРУГ ИДЕЙ:  
МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ  
ИСТОРИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ**

Труды XI конференции  
Ассоциации «История и компьютер»

Под редакцией  
Л.И. Бородкина, В.Н. Владимирова,  
Г.В. Можяевой



Издательство Московского  
университета  
Москва—Барнаул—Томск 2010

ББК 63с51я431

К84

**Отв. редакторы:**

Л.И. Бородкин, В.Н. Владимиров, Г.В. Можаяева

**Редакционная коллегия:**

Л.И. Бородкин, В.Н. Владимиров, И.М. Гарскова,  
Д.В. Колдаков, Г.В. Можаяева

**Редакционный совет:**

к.и.н. В. Ю. Афиани (Москва), Е.Н. Балыкина (Минск),  
д.и.н. Ш.Д. Батырбаева (Бишкек), Е.В. Боброва (Москва),  
к.и.н. С.А. Жакишева (Алматы), к.и.н. Е.В. Злобин (Москва),  
д.и.н. В.В. Канищев (Тамбов), д.и.н. С.Г. Кашенко (С.-Петербург),  
д.и.н. С.И. Корниенко (Пермь), В.А. Куликов (Харьков),  
к.ф.н. М.В. Румянцев (Красноярск), к.и.н. В.И. Тихонов (Москва)

**Рецензенты:**

член-корр РАН, д.и.н. Н.М. Арсентьев, д.т.н. С.Н. Гринченко.

**К84** Круг идей: модели и технологии исторических реконструкций :  
труды XI конференции Ассоциации «История и компьютер» / под ред.  
Л.И. Бородкина, В.Н. Владимирова, Г.В. Можаяевой. – М.; Барнаул;  
Томск: Изд-во Московского. ун-та, 2010. – 372 с.: ил.  
ISBN 978-5-211-05867-3

Настоящий сборник содержит статьи участников XI конференции Ассоциации «История и компьютер», состоявшейся в декабре 2008 г. в Подмоскowie.

Издание подготовлено коллективами кафедр исторической информатики МГУ им. М.В. Ломоносова; архивоведения и исторической информатики Алтайского государственного университета и гуманитарных проблем информатики Томского государственного университета.

Эмблему на обложке разработал В.Н. Куплевацкий

ISBN 978-5-211-05867-3

ББК 63с51я431

© Ассоциация «История и компьютер», 2010

© Оформление. Издательство МГУ, 2010

## Предисловие

Одиннадцатый сборник научных трудов из серии «Круг идей», получивший название «Модели и технологии исторических реконструкций», как и предыдущие выпуски\*, представляет материалы очередной на этот раз XI конференции Ассоциации «История и компьютер», проходившей в декабре 2008 г. в Подмоскowie.

Серия «Круг идей» известна в широких научных кругах как издание, интересное не только специалистам в области исторической информатики, но и всем исследователям, занимающимся в той или иной степени вопросами и проблемами, возникающими на стыке истории и информатики, математики, а также географии, других наук, архивного и музейного дела, искусства, сохранения культурного наследия. Новые методологические подходы, междисциплинарность, смелая и подчас неоднозначная постановка вопросов, широкое участие научной молодежи — все это в полной мере характеризует научное издание, очередной выпуск которого представляется научной общественности.

---

\* Круг идей: новое в исторической информатике: труды I конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.С. Тяжельниковой. М., 1994. 170 с.; Круг идей: развитие исторической информатики: труды II конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.С. Тяжельниковой. М., 1995. 485 с.; Круг идей: модели и технологии исторической информатики: труды III конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.С. Тяжельниковой. М., 1996. 345 с.; Круг идей: традиции и тенденции исторической информатики: труды IV конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина и И.Ф. Юшина. М., 1997. 339 с.; Круг идей: макро- и микроподходы в исторической информатике: труды V конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина, В.Н. Сидорцова, И.Ф. Юшина. Минск, 1998. 352 с.; Круг идей: историческая информатика на пороге XXI века: труды VI конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина, Ю.П. Смирнова, И.Ф. Юшина. М.; Чебоксары, 1999. 456 с.; Круг идей: историческая информатика в информационном обществе: труды VII конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина, В.Н. Владимирова, И.Ф. Юшина, М., 2001. 512 с.; Круг идей: электронные ресурсы исторической информатики: труды VIII конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.Н. Владимирова. М.; Барнаул, 2003. 588 с.; Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики: труды IX конф. АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.Н. Владимирова. М.; Барнаул, 2005. 600 с.; Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике: труды X конференции АИК / под ред. Л.И. Бородкина и И.М. Гарсковой. М., 2008. 496 с.

## *Предисловие*

---

Структура и содержание сборника «Круг идей: модели и технологии исторических реконструкций» отражают основные направления работы секций XI конференции АИК. Первый раздел традиционно посвящается проблемам теории и методологии исторической информатики. Второй и третий разделы представляют материалы одной из наиболее бурно развивающихся ветвей исторической информатики, посвященной моделированию исторических процессов. Но если во втором разделе основное внимание уделяется теоретическим вопросам, а также крупным демографическим и социально-экономическим циклам в истории, то третий раздел содержит статьи о моделировании пространственных процессов и явлений прошлого с применением геоинформационных и 3D-технологий. Четвертый раздел знакомит читателя с новыми разработками в области информатизации архивов и создания баз данных по различным проблемам отечественной истории, в том числе истории науки. Пятый раздел отражает разработки в области информатизации исторического образования.

Надеемся, что очередное издание «Круга идей» станет новым импульсом для развития исторической информатики, будет интересным для читателей и займет достойное место в цикле изданий Ассоциации «История и компьютер».

*Л.И. Бородкин, В.Н. Владимиров, Г.В. Можяева  
Август 2010 г.*

# Теория и методология исторической информатики

---

---

*И.М. Гарскова*

## **Историческая информатика: после точки бифуркации**

В 2004 г. на пленарном заседании IX конференции АИК был прочитан доклад «Историческая информатика двадцать лет спустя: точка бифуркации?»<sup>1</sup> Тема осмысления итогов и оценки перспектив развития исторической информатики была инициирована на международном семинаре, организованном голландской ветвью Международной ассоциации «History & Computing» (АНС). Специалисты из разных стран обсуждали аналитический отчет П. Доорна, О. Боонстры и Л. Брёре «Прошлое, настоящее и будущее исторической информатики»<sup>2</sup>.

Поднятые голландскими специалистами вопросы предварительно обсуждались в рамках круглого стола под тем же названием на конференции АНС в 2003 г., а также поднимались на конференции в 2005 г. на круглом столе «Разработка международной программы развития исследований в области исторической информатики». Обсуждались такие важные вопросы, как роль и место исторической информатики в исторической науке, взаимодействие исторической информатики с современной информационной наукой и ее гуманитарными приложениями, разработка стратегии развития исторической информатики на уровне международного сотрудничества и создания элементов соответствующей инфраструктуры или информационной среды исторических исследований и образования. Обсуждение этих проблем проходило также на заседаниях и конференциях национальных ветвей международной Ассоциации.

Почему эти вопросы получили такой резонанс и что послужило причиной их постановки? Неправоммерно было бы считать их свидетельством системного кризиса направления. Напротив, для европейской школы исторической информатики — это годы подведения на рубеже веков некоторых итогов и анализа комплекса нерешенных проблем методологического, технологического и организационного характера<sup>3</sup>. Обсуждение накопившихся проблем в основном шло в рамках тех европейских национальных ассоциаций исторической информатики, которые прошли наиболее долгий путь развития и на рубеже XX—XXI вв. столкнулись с необходимостью осмысления пройденного пути и пересмотра не только методических и технологических подходов, но и методологических концепций<sup>4</sup>. В меньшей степени эти тенденции проявились в тех национальных ассоциациях, которые сформировались позже и продолжали в этот период динамично развиваться (это относится, например, не только к АИК, но и к американской Ассоциации «History and Computing» — ААНС).

Тем не менее в начале XXI в. вектор развития исторической информатики явно меняется, и термин «бифуркация» представляется вполне адекватным характеру этих изменений. Одна из характерных особенностей точки (фазы) бифуркации в траектории развития исторической информатики — довольно единодушное одобрение нового, более адекватного названия этой научной области. Разумеется, ее название на разных языках звучит по-разному: наряду со словом *история* употребляется термин *информатика*, иногда — *компьютер* (точнее, *computing*). Англоязычный вариант *History and Computing*, давший название Международной Ассоциации, со временем перестал удовлетворять специалистов в этой области, поскольку давал возможность трактовать применение компьютерных методов и технологий в историческом исследовании как исключительно техническую и вспомогательную деятельность. Поэтому предложения подчеркнуть в названии исторической информатики ее информационную составляющую высказывались и раньше<sup>5</sup>. Термин *Historical Information Science*, который можно перевести как «наука об исторической информации», или «историческая информационная наука», более соответствует содержанию названия исторической информатики<sup>6</sup>.

Однако если говорить о точке бифуркации, невозможно ограничиться только названием научной области — речь идет о существенных изменениях в ее структуре и содержании, методологических

и методических принципах, в первую очередь связанных со спецификой информации исторических источников.

Анализ текущей ситуации позволил выявить ряд накопившихся проблем исторической информатики. К ним можно отнести недостаточную активность этого междисциплинарного научного направления в контактах со специалистами в области общей информатики, с одной стороны, и в контактах с коллегами, развивающими информационные технологии и компьютерные методы в других социально-гуманитарных науках (археологами, лингвистами, экономистами, социологами), — с другой стороны. Наиболее перспективным для АНС можно считать более тесное сотрудничество с двумя ведущими ассоциациями в области гуманитарной информатики: ALLC (Association for Literary and Linguistic Computing) и ACH (Association for Computers and the Humanities)<sup>7</sup>.

В прошедших дискуссиях звучали предложения об усилении не только информационно-технологической линии развития, но и методически-аналитической, поскольку при значительном росте оцифрованных исторических ресурсов часть из них остается невостребованной и активно не используется в исторических исследованиях. Историческая информатика может играть более значительную роль, если специалисты в этой области наряду с участием в крупных технологических проектах по оцифровке исторических источников будут заняты решением содержательных исторических проблем масштабного характера, чем локальные исследования на коротких временных интервалах.

Отмечался и дефицит оригинальных методических и технологических разработок и, соответственно, специализированных методов и технологий для обеспечения исторических исследований. В то же время имеются и примеры весьма успешной разработки таких подходов, получивших широкое распространение в исторической демографии и просопографических исследованиях, а также применения математического моделирования как для реконструкции источников, так и для расширения нашего знания о прошлом.

Очевидно, что успешное развитие исторической информатики тесно связано с наличием специалистов-гуманитариев, умеющих использовать компьютерные методы и технологии в своей профессиональной деятельности. Спрос на таких специалистов растет во всех странах. Для подготовки новых специалистов данного профиля необходимо содействовать созданию кафедр в уни-

верситетах и организации вузовской специализации по исторической информатике.

И, разумеется, обсуждение всех перечисленных проблем невозможно без совершенствования теории и методологии исторической информатики, разработки концепций ее развития.

Основные перспективные направления развития исторической информатики связываются в упомянутой выше работе голландских ученых с моделированием данных и электронной публикацией источников и результатов исследований; совершенствованием алгоритмов информационного поиска; а также с применением современных методов обработки и анализа числовых, текстовых и графических данных исторических источников<sup>8</sup>. Эти направления как в теоретическом, так и в методическом и технологическом аспектах можно связать с различными фазами жизненного цикла исторической информации (в более общем плане – исторического информационного ресурса)<sup>9</sup>. Концепция жизненного цикла такого ресурса, предложенная О. Боонстрой, Л. Брере и П. Доорном, включает шесть этапов.

На *этапе создания информационного ресурса* существенны вопросы «типологического» моделирования источниковой информации (т.е. моделирования структуры данных, общей для различных вариантов некоторого типа источников, и основных функциональных возможностей, которые характеризуют этот тип). Моделирование данных в этом контексте не ограничивается только технологиями баз данных, но рассматривается в более широком контексте источниковедческих проблем исторической информатики и по существу является базовой на всех этапах жизненного цикла исторического информационного ресурса. Проблема моделирования данных изначально связывалась с возможностями построения исторических баз знаний и разработки стандартов информационного обмена в области исторических исследований<sup>10</sup>. Эта тематика в последние годы получила новый импульс благодаря быстрому росту профессиональных тематических ресурсов в Интернете и разработкой методов, связанных с онтологиями, т.е. описаниями сущностей предметной области, их атрибутов и связей между ними.

Этот этап в модели жизненного цикла информационного ресурса называется этапом «обогащения», т.е. привнесения в источниковые данные внеисточникового знания, или семантической составляющей. Семантическая составляющая, как правило, выступает в форме ме-



таданных, в том числе в виде словарей терминов и понятий, поисковых тезаурусов. Здесь весьма перспективной представляется концепция семантического Web, предполагающая поиск информации на основе текстового содержимого документов, а также метаданных, доступных для компьютерной обработки поисковыми машинами. Разработка моделей исторических метаданных, имеющих динамический характер, становится актуальной задачей исторической информатики<sup>11</sup>.

На *этапе электронной публикации* информационный ресурс доступен пользователям, и здесь на первый план выходят археографические и архивоведческие проблемы исторической информатики. Эта проблематика привлекла особое внимание специалистов на рубеже XX–XXI вв. в связи с быстрым ростом объема интернет-ресурсов исторического характера и критическим осмыслением их качества<sup>12</sup>.

В общей дискуссии о роли Интернета в профессиональной работе историка активно обсуждались проблемы, которые возникают при электронной публикации исторических источников, особенно архивных документов, в Интернете или на компакт-дисках; достоинства, недостатки и перспективы таких публикаций, их юридические аспекты и др.

Подчеркивалась необходимость кооперации со специалистами в области информационных технологий, обмен опытом с коллегами, применяющими информационные и коммуникационные технологии в других гуманитарных науках, а также с архивистами, работниками музеев и библиотек, учитывая важность сохранения историко-культурного наследия и обеспечения доступа к нему, в том числе с использованием сетевых технологий<sup>13</sup>.

Надо отметить, что эффективность использования глобальной сети Интернет в профессиональной деятельности историков достаточно быстро получила признание научного сообщества<sup>14</sup>, а тематика исследований, связанных с электронными публикациями, в последние годы в основном касается как теоретических, так и технологических вопросов создания тематических исторических ресурсов для научных исследований и образования, разработки стандартов таких публикаций<sup>15</sup>, продолжающих традиции научно-критического издания источников, снабженного примечаниями, которые разъясняют и комментируют основной текст. В электронном варианте можно значительно расширить традиционные стандарты за счет включения факсимильных изображений

страниц источника, параллельного вывода на экран оригинального текста и его транскрипции и т.п. Так, при создании цифровых архивов и библиотек (которые имеют тенденцию к превращению в глобальные распределенные информационные ресурсы) перспективными представляются технологии XML<sup>16</sup>.

Так, во многом благодаря развитию технологий XML происходит сближение подходов в работе с табличными и полнотекстовыми базами данных, содержащими информацию различной степени структурированности — от жестко структурированных реляционных таблиц до неструктурированных текстовых документов.

Именно совместимость при обмене данными между разными системами обработки информации и возможность устанавливать единый стандарт на структуру документов, содержащих различные данные, позволяют использовать XML в качестве универсального языка запросов к хранилищам информации, таким как тематические электронные ресурсы, представляющие собой, как правило, обширные коллекции неоднородных данных (электронных изданий, электронных библиотек, архивов оцифрованных текстов, изображений и др).

*Этап поиска* логически тесно связан с этапом электронной публикации. На современном этапе развития исторической информатики становится очевидным, что специфика исторических информационных ресурсов требует разработки стратегий, ориентированных на эту специфику. Здесь недостаточно стандартных инструментов поиска, поэтому необходимо осваивать современные методы, такие как text mining (интеллектуальный анализ текстов), автоматическая (грамматическая и семантическая) разметка и контент-анализ текстов. Полезной представляется идея «адаптивного гипертекста» — поисковые системы с элементами искусственного интеллекта должны уметь на основе формулируемых поисковых запросов создавать индивидуализированные пользовательские профили. Этот новый механизм, ориентированный на семантический Web, уже реализован в ряде электронных энциклопедий и подразумевает развитие идеи гипертекста в сторону придания ссылкам «интеллектуальности». Адаптивная ссылка содержит не только адрес, по которому будет осуществляться переход, но и ряд атрибутов, по которым можно настроить модель ее «поведения». Разработка интеллектуальных поисковых систем также может стать перспективным направлением развития исторической информатики.

Излишне говорить, что аналитическая компонента исторической информатики всегда была ее важнейшей неотъемлемой составляющей. Как правило, методика в большинстве исследований основана на использовании преимущественно стандартного программного обеспечения. Однако ориентация только на стандартные программные средства и технологии не позволяет решать нетривиальные задачи, специфические для исторической науки. Поэтому буквально с первых шагов становления исторической информатики делались попытки создания оригинальных алгоритмов и программ, расширяющих возможности стандартного инструментария общей информатики. Более того, задачи разработки специализированного программного обеспечения для исторических исследований ставились не только с момента возникновения исторической информатики, но и раньше — в рамках квантитативной истории, когда еще не было пакетов стандартных прикладных программ. С появлением персональных компьютеров и соответствующего программного обеспечения эта проблема на некоторое время потеряла свою актуальность. Однако довольно скоро присущие стандартным программам ограничения (являющиеся обратной стороной универсальности) вновь стали стимулировать спрос на такие алгоритмы и программы, которые учитывали бы особенности информации исторических источников<sup>17</sup>.

На *этапе анализа* исторических информационных ресурсов необходимо расширять диапазон методов для различных моделей данных: для работы с числовыми данными эффективны многоуровневые статистические методы (комбинирующие микро- и макроданные), методы событийной истории, компьютерное моделирование. С появлением больших массивов оцифрованных исторических текстов, обогащенных метаданными, связанными с историческим контекстом, стало возможным проводить более качественный анализ текстов. Анализ изобразительных источников также может быть значительно углублен за счет применения исследовательских методов, основанных на контексте, т.е. с использованием контекстной информации, включенной в метаданные.

Помимо расширения аналитического инструментария следует развивать подходы, уже получившие распространение в естественных науках. Имеется в виду концепция *e-Science*, в которой ведущую роль играют не только распределенные глобальные ресурсы (о чем уже упоминалось выше), но и компьютерные мощности, доступные

пользователям посредством сетевых коммуникаций<sup>18</sup>. В ближайшем будущем можно ожидать, что эта концепция новой информационной среды с распределенными ресурсами (информационными и вычислительными) найдет эффективное применение и в области социально-гуманитарного знания.

Наконец, на *этапе представления* (презентации) ресурсов (разумеется, не только источников исследования, но и их результатов) весьма важны возможности динамического генерирования визуального представления информации, соответствующей потребностям определенной аудитории или конкретного пользователя (здесь также может оказаться эффективной идея «адаптивного гипертекста»). Визуализация текстовых и табличных структур, мультимедийной информации должна базироваться на основе хорошо структурированного ресурса и давать возможность исторической реконструкции, анимации, включения шкал времени и пространственных структур, т.е. также подразумевает использование концепции интеллектуальных систем.

Работа О. Боонстра, Л. Брере и П. Доорна заканчивается несколькими предположениями о будущем исторической информатики, связанном не только с обновлением содержания исследований, но и с обновлением ее инфраструктуры.

Анализ отечественной и зарубежной историографии исторической информатики показывает структурные изменения в тематике, методах и технологиях этой междисциплинарной области в последнее десятилетие. Предшествующее десятилетие (со второй половины 1980-х и до конца 1990-х гг.) было связано со становлением исторической информатики, осмыслением ее места в исторической науке и ее связи с наукой информационной, институциональными изменениями: появлением международной Ассоциации «History and Computing» (1986 г.) и ее национальных «ветвей», в том числе АИК. Последнее десятилетие имеет заметные особенности, которые можно выявить как на международном, так и на национальном уровне.

Анализ историографии исторической информатики в РФ и странах СНГ в данной статье проводится на материалах основных изданий Ассоциации «История и компьютер». Это «Информационный бюллетень АИК» (основанный в 1991 г.), выходящая с 1994 г. серия «Круг идей», а также ряд монографий, журналов и сборников статей, в том числе издающихся при участии ассоциации в Алтайском госуниверситете и в СО РАН (Новосибирск).

В зарубежной периодике этим изданиям соответствуют журналы международной ассоциации «History & Computing» (издавались с 1989 по 2002 г.) и международной Ассоциации «Computers and the humanities» (издавался с 1966 по 2005 г.), а также электронный журнал американской ассоциации «History and Computing» (ААНС), созданной в январе 1996 г. В начале XXI в. первые два журнала прошли период существенных организационных изменений, что соответствует гипотезе о точке бифуркации. Так, с 2003 по 2006 г. журнал «History & Computing» не выходил, а в 2007 г. ему на смену пришел новый журнал — «International Journal of Humanities and Arts Computing». Этот журнал выходит под эгидой трех научных организаций: International Association for History and Computing, Electronic Cultural Atlas Initiative<sup>19</sup>, Digital Resources in the Humanities and Arts<sup>20</sup>, его тематика теперь значительно шире и уровень междисциплинарности выше. С другой стороны, определенное сужение общегуманитарной тематики и снижение уровня междисциплинарности можно видеть в изменениях, которые произошли с журналом «Computers and the Humanities» — в марте 2005 г. он был переименован в «Language Resources and Evaluation» и публикует в основном статьи по компьютерной лингвистике.

Упомянутые изменения в зарубежной историографии исторической информатики показывают достаточно сложный характер эволюции этого направления в последнее десятилетие. Для изучаемого периода будет проведен сравнительный анализ тенденций развития отечественных и зарубежных исследований с точки зрения проблематики и методологии исследований, а также методических и технологических средств и подходов.

\* \* \*

К концу XX в. этап становления исторической информатики со свойственными ему дискуссиями по теоретическим основаниям и методологическим концепциям был завершён<sup>21</sup> и сформировались две основные линии развития, аналитическая и информационная (связанная с проблематикой электронных ресурсов). Сложившаяся тематика публикаций, отражающих основные тенденции развития *аналитической* компоненты исторической информатики, не различается радикально для отечественных и зарубежных исследований. Определились несколько областей исторического знания, где результаты в значительной степени достигаются с помощью количествен-

ных методов, применяемых в ходе компьютеризованного исследования.

Это прежде всего историко-демографические исследования, экономическая история, ряд направлений социальной и политической истории. По существу это те области, которые сформировались еще в 1970—1990-е гг. В конце XX в., несмотря на определенное уменьшение влияния квантитативных подходов в мировой историографии, связанное с усилением постмодернистских тенденций, эти области продолжали устойчиво развиваться.

Однако при оценке динамики числа исследований, выполненных в традициях квантитативной истории, в отечественной и зарубежной историографии исторической информатики существуют заметные расхождения. Так, по мнению П. Дорна<sup>22</sup>, компьютерные методы статистической обработки данных в области социально-экономической истории с течением времени стали привлекать меньше внимания со стороны исторической информатики. На наш взгляд, менее заметная доля таких публикаций в зарубежных изданиях по исторической информатике объясняется тем, что на Западе существуют и специализированные журналы «квантитативной ориентации», такие как «Historical Methods» (США), «Histoire et Mesure» (Франция) и особенно «Historische Sozialforschung / Historical Social Research» (ФРГ). Кроме того, за рубежом работы этого направления активно публикуются и в специализированных исторических журналах, таких как «Journal of Economic History», «Economic History Review», «European Review of Economic History», «Social Science History» и др.

Кроме того, по сравнению с зарубежной, в отечественной историографии менее широко представлено направление, связанное с экономической историей, и более широко — направление, связанное с исследованиями на основе массовых источников по исторической демографии, причем заметно расширяется межуниверситетское сотрудничество ряда исследовательских групп из Барнаула, Москвы, Петрозаводска, С.-Петербурга, Тамбова и Твери, которые участвовали в ряде историко-демографических проектов при участии коллег из голландских и американских университетов. Российские ученые принимают участие в создании международной исторической схемы классификации и кодификации профессий (HISCO), которая строится на базе современного международного стандарта классификации (ISCO), обеспечивая совместимость све-

дений о профессиях в исторической перспективе. Схема строится на информации о названиях профессий и их описаниях, извлеченной из материалов переписей и текущего учета населения, и позволяет проводить историко-сравнительные исследования в области социально-экономической истории и исторической демографии<sup>23</sup>.

Если говорить о методическом обеспечении аналитических исследований, то к концу XX в. успешно продолжались исследования с применением статистических методов, прочно вошедших в методический арсенал историка. Вместе с тем, помимо стандартного набора статистических методов, ставшего уже «классическим», идет освоение и таких статистических методов, которые более адекватны специфике информации исторических источников и более отвечают методологии исторического исследования на современном этапе (логистическая регрессия, эконометрические методы анализа динамики, событийный анализ, многомерный разведочный анализ, интеллектуальный анализ данных и др.)<sup>24</sup>. Наряду со статистическими методами исследователи начинают обращаться к таким сложным инструментальным средствам, как нелинейные методы анализа динамики, методы детектирования динамического хаоса, компьютерное моделирование.

В отличие от аналитической, *информационная* компонента исторической информатики развивается в последнее десятилетие значительно более быстрыми темпами, осваивая новые предметные области и выходя на решение содержательных задач, связанных с сохранением историко-культурного наследия. Это задачи создания общеисторических научно-образовательных ресурсов и обеспечения удаленного доступа к ним для широкого круга пользователей. С другой стороны, внедряются новейшие технологии работы. Среди информационных технологий, которые наиболее успешно применяются в исторической информатике, с самого начала ее становления всегда были технологии, связанные с созданием и анализом баз данных и коллекций электронных текстов. Однако в последнее время начинается интеграция этих технологий и освоение мультимедийных подходов к работе с электронными ресурсами, куда включаются базы данных, тексты, компьютерные карты, изображения и другая аудиовизуальная информация. Исследовательские задачи все чаще обращаются к пространственному анализу исторических явлений и процессов, обработке и анализу изображений, трехмерным реконструкция исторических объектов. Это требует разработки методологических принципов работы с электрон-

ными изображениями, стандартов их описания, методов визуального анализа и интерпретации. Аналогичные вопросы ставятся и при работе с историческими электронными картами, что, безусловно, приводит к заметному росту работ с использованием ГИС-технологий в исторических исследованиях<sup>25</sup>.

\* \* \*

В начале XXI в. основные направления исследований и тенденции в развитии исторической информатики в нашей стране и за рубежом диктуются потребностью профессионального сообщества в создании новой информационной среды исторической науки в условиях формирования информационного общества<sup>26</sup>. Об этом свидетельствуют публикации в зарубежных периодических изданиях, материалы трех международных конференций АНС, состоявшихся в этот период, и аналитические статьи<sup>27</sup>. Аналогичные выводы дает анализ материалов пяти конференций АИК (прошедших в 2000–2008 гг.) и соответствующих аналитических публикаций в Информационном бюллетене АИК и сборниках серии «Круг идей»<sup>28</sup>.

Характерной чертой развития исторической информатики в последнее десятилетие является процесс дифференциации исследовательских интересов, расширение круга исследовательских задач и формирование новых методических и технологических направлений<sup>29</sup>. Усиливается также междисциплинарное взаимодействие исторической информатики с приложениями информационных технологий в других отраслях гуманитарного знания, что обусловлено определенным сходством в характере информации и, соответственно, в методах и технологиях работы с ней. Заметным явлением становится расширение сотрудничества специалистов в области исторической информатики с архивами и другими организациями, работающими в сфере сохранения историко-культурного наследия.

Можно отметить и усиливающуюся тенденцию к интеграции аналитической и информационной компонент исследований в русле исторической информатики как в нашей стране, так и за рубежом. С одной стороны, базы данных, создание которых на протяжении предшествующего периода было «ядром» информационной компоненты, все чаще становятся объектом статистического анализа. С другой стороны, использование сложных статистических методов анализа в экономической истории, разработка специальных методик работы с микроданными в исторической демографии все



в большем масштабе сопровождается созданием значительных по объему электронных ресурсов — исследовательских баз данных, содержащих длинные ряды динамики экономических и демографических показателей, в том числе в рамках международных проектов<sup>30</sup>. Эти ресурсы, в свою очередь, повышают внимание исследователей не только к методической, но и к информационно-технологической компоненте: растет число работ с использованием методов и технологий баз данных, ГИС, программного обеспечения имитационного моделирования (последнее особенно характерно для отечественной историографии)<sup>31</sup>.

Этот эффект особенно заметен на примере исторической демографии. Как в отечественной, так и в зарубежной историографии развитие информационных технологий (в первую очередь — технологий баз данных), введение в научный оборот больших массивов первичной информации (документы церковного, ревизского и административно-полицейского учета населения) и разработка методов анализа демографических источников стимулировали значительный рост количества и качества работ в этой области<sup>32</sup>.

\* \* \*

В последние годы были сформулированы несколько новых концепций дальнейшего развития исторической информатики. Несмотря на различия в подходах, они базируются на близких, по сути, тезисах. Первым из таких тезисов является разработка специализированного исследовательского инструментария, рассчитанного на специфику исторической информации и исследовательских задач, возникающих в историческом исследовании. По существу этот тезис на новом витке развития обращается к идеям М. Таллера, который еще в 1980-х гг. не только писал о необходимости разработки теории и инструментария исторической информатики с учетом специфики исторических источников, но и создал специализированную систему управления базами данных *Kleio*, ориентированную на эту специфику<sup>33</sup>. СУБД *Kleio* была разработана М. Таллером в тесной кооперации с несколькими исследовательскими группами на базе теоретической концепции источник-ориентированного подхода к представлению и компьютерной обработке информации исторических источников.

В 2004 г. был сформулирован подход к разработке методологии исторической информатики, учитывающей специфику аналитических

задач, возникающих в историческом исследовании, и отражающей особенности методов их решения; для обозначения этого подхода был предложен термин «историко-ориентированный»<sup>34</sup>. Этот подход не отвергает сложившейся практики исследований, основанных на использовании преимущественно стандартного программного обеспечения. Однако необходим учет опыта создания оригинальных алгоритмов, программ и технологий, дающих основание считать историческую информатику самостоятельной научной дисциплиной, имеющей не только свой предмет, но и свой специальный методический арсенал, не сводящийся к стандартному инструментарию общей информатики. Поэтому акцент при таком подходе переносится на оригинальные алгоритмы и программы.

Л.И. Бородкин выделяет следующие направления разработки историко-ориентированных подходов и соответствующих оригинальных программно-алгоритмических разработок, которые получили отражение в публикациях АИК: создание историко-ориентированных систем управления базами данных (СУБД) и специализированных информационно-поисковых систем; историко-ориентированное программно-алгоритмическое обеспечение задач анализа данных исторических источников; компьютерное моделирование исторических процессов; информационные технологии в источниковедении и вспомогательных дисциплинах; информационные технологии в археологии; информационные технологии в историческом образовании<sup>35</sup>. Сюда следует отнести и сферу исследований, связанную с созданием и использованием общеисторических научно-образовательных (тематических) ресурсов как важных источников профессиональной информации<sup>36</sup>. Эффективность поиска информации в таких ресурсах зависит не только от быстродействия компьютерных сетей, но и от информационного обслуживания пользователей: пополнения информационных ресурсов как историко-, так и проблемно-ориентированными базами данных, библиотеками программ, предназначенных для анализа информации, электронными текстами, в том числе и содержащими результаты квантитативных исследований, словарями-справочниками, развитой системой гипертекстовых ссылок, объединяющих весь этот объем информации в единый информационный комплекс.

В последнее время появились оригинальные разработки специализированного программного обеспечения информационных систем<sup>37</sup>, автоматизации операций, необходимых для преобразования

отсканированного текста в гипертекст при создании электронных версий архивных справочников<sup>38</sup>, математических моделей исторических процессов, основанных на методах фрактальной геометрии<sup>39</sup>.

Из сказанного не следует, что историки не нуждаются в стандартном программном обеспечении: эффективно используются ГИС-технологии, программы 3D-моделирования, СУБД и программы статистического анализа. Безусловно, со временем более интенсивно в исторических исследованиях будут применяться технологии баз знаний и экспертных систем и другие перспективные инструментальные средства.

Другой базовый тезис предусматривает расширение и углубление контактов между исторической наукой и наукой информационной. В этом направлении, как уже упоминалось, перспективной представляется концепция *e-Science*, развиваемая в настоящее время в естественных науках, в которой ведущую роль играют распределенные глобальные ресурсы и компьютерные мощности, доступные пользователям посредством глобальной сети<sup>40</sup>. Постепенно к концепции новой информационной среды с распределенными информационными и вычислительными ресурсами обращаются и представители социально-гуманитарного знания. При этом понятия *e-Social Sciences* и *e-Humanities*, уже появившиеся в научной литературе, опираются как на специфику предметной области и характер используемых информационных ресурсов, так и на специализированные информационные технологии, разработка которых невозможна без тесных контактов со специалистами в области базовой информатики.

Возможности сетевого доступа к огромным распределенным массивам табличных и полнотекстовых баз данных, оцифрованных книг, журналов, изобразительных материалов, исторических карт и т.д., соединенные с возможностями использования самых современных методов и технологий обработки и анализа этой поливидовой информации, компьютерного моделирования исторических процессов, трехмерной реконструкции объектов историко-культурного наследия, создают широкие перспективы междисциплинарного сотрудничества. Работы в этом направлении уже ведутся в Великобритании, Голландии, Германии, а также и в рамках общеевропейских проектов<sup>41</sup>.

На практике междисциплинарность означает расширение сотрудничества не только со специалистами в области информатики, но

и с учеными, работающими в других областях социально-гуманитарного знания. Фактически в последние годы формируются новые общегуманитарные подходы, проекты, журналы, т.е. расширение методических и технологических возможностей способствует интеграции гуманитариев, а историческая информатика (*Historical Information Science / Historical computing*, или *e-History*) укрепляет связи с гуманитарной информатикой (*Humanities Computing*, или *e-Humanities*)<sup>42</sup>.

На современном этапе развития исторической информатики на Западе деятельность по созданию интегрированных сайтов, по существу — порталов, посвященных концепциям, ресурсам, методам и технологиям исторической или, шире, гуманитарной направленности, ведется более активно, чем в России и странах СНГ. Это направление представляет собой выход на новый, более глобальный уровень в решении задач создания общеисторических ресурсов. Наряду с этим, активно продолжается разработка тематических сайтов, ориентированных на отдельные исследовательские проблемы, региональную историю или конкретные хронологические периоды<sup>43</sup>.

Думается, в перспективе можно прогнозировать и в российском сегменте Интернета активизацию создания профессиональных общеисторических порталов на базе больших проектов с участием университетов, исследовательских институтов, архивов и библиотек, а также информационных центров для обеспечения высокого уровня информационных услуг и сервисов для широкого круга пользователей таких ресурсов.

Еще одним базовым тезисом в обсуждении перспектив исторической информатики является повышение уровня университетского образования историков в области современных методов и технологий исследования, в частности, совершенствование учебного плана специализации по исторической информатике. Эти вопросы активно обсуждаются в национальных ассоциациях «History and Computing». Так, вопросы образования рассматривались на конференции британской ассоциации в 2007 и 2008 гг. — в рамках круглого стола, посвященного обсуждению рукописи книги «*Historical Methods for the 21<sup>st</sup> Century*. Идея учебно-методической публикации заключается в попытке дать комплексное изложение современных подходов, методов и технологий в исторических исследованиях: роль теории; исследовательские инструменты (например, интернет-поиск, работа с коллекциями исторических данных, оцифровка, историческое

картографирование, использование Web 2.0 — новой парадигмы развития «всемирной паутины», ориентированной на «коллективное творчество» сетевого сообщества в создании новой информационной среды); методы и ресурсы (просопография, историческая демография, ГИС, локальная история, аудио- и видеоархивы, интеллектуальный поиск, банки данных, статистический анализ). В 2008 г. на конференции американской ассоциации «History and Computing» (ААНС), которая с момента ее создания заметно ориентирована на проблемы использования информационных технологий в историческом образовании, обсуждались перспективы использования технологий Web 2.0 в создании «исторического сегмента» глобальной сети.

Традиционно большое внимание уделяется вопросам образования и в работе АИК. Наибольший интерес в последнее десятилетие вызывают возможности и перспективы применения в базовом историческом образовании новейших информационных и коммуникационных технологий в связи с концепциями дополнительного и непрерывного образования на базе дистанционных образовательных программ<sup>44</sup>.

Разрабатываются и проблемы подготовки специалистов в области исторической информатики на исторических факультетах университетов. Например, на XI конференции АИК в 2008 г. и международных научно-методических семинарах АИК в Харьковском (2009 г.) и Московском университетах (2010 г.) обсуждались модели специализации и магистерские программы по профилю «историческая информатика», их проблемы и перспективы, опыт внедрения на исторических факультетах университетов, взаимодействие учебных программ специализации с курсами по общей и исторической информатике для студентов-историков общего профиля.

\* \* \*

Дискуссии о путях развития исторической информатики, которые прошли в первой половине 2000-х гг., подвели определенные итоги, обозначили смену приоритетов и сформировали возможные стратегии в решении методологических, методических, технологических и организационных вопросов. Во второй половине 2000-х гг. преобладают тенденции интеграции, междисциплинарности; современный этап развития исторической информатики характеризуется не противопоставлением стратегий и подходов, но их взаимодействием.

Разработка общеисторических информационных ресурсов требует не только информационного обеспечения, но и включения исторического контекста, семантической составляющей на всех этапах создания, поиска и презентации электронных ресурсов. Историография, библиография, а также результаты конкретно-исторических исследований как вторичные источники также становятся важной составной частью профессиональных ресурсов, расширяя исторический контекст за счет нового знания.

Развитие аналитической компоненты исторической информатики стимулирует разработку общеисторических ресурсов и, в свою очередь, получает новые импульсы со стороны «ресурсной» компоненты, предлагающей не только оцифрованные материалы источников, электронные библиотеки, но и программные средства и вычислительные ресурсы, предоставляемые новейшими информационными технологиями. На новом этапе интеграции историческая информатика вновь обращается к опыту других гуманитарных наук, адаптируя к задачам исторического исследования не только методы анализа, но и технологии создания, поиска и презентации ресурсов.

Таким образом, «точка бифуркации» в развитии исторической информатики (как в ряде публикаций было названо начало первого десятилетия XXI в.) характеризуется переносом акцентов этого развития в условиях новой информационной среды на специфику исторических источников и методик их анализа, поворотом от стандартных подходов, методов и технологий — к специализированным, которые уже принято называть историко-ориентированными<sup>45</sup>, освоением концепций глобальных распределенных ресурсов и значительным повышением внимания к вопросам подготовки высококвалифицированных специалистов.

## *Приложение*

Чтобы проиллюстрировать изменения в структуре исторической информатики, была использована историографическая база данных АИК. Изучение тематики публикаций на основе полей-дескрипторов, описывающих содержание статей, позволило сформировать следующие категории или рубрики, в соответствии с центральной темой каждой публикации:

## *Историческая информатика: после точки бифуркации*

---

I. Конкретно-историческая проблематика (статьи с акцентом на содержательной проблеме, которая решается с помощью количественных методов и/или информационных технологий).

II. Информационные системы и базы данных (статьи, посвященные опыту создания ИС и БД на материалах исторических источников).

III. Методы и модели (статьи, где в центре внимания — методические аспекты работы с различными видами информации исторических источников: числовой, текстовой, графической и т.д.).

IV. Информационные технологии и программное обеспечение (в центре внимания — проблемы применения информационных технологий и разработки специализированного программного обеспечения в исторических исследованиях)V. Методология, историография и источниковедение (статьи по теоретическим и историографическим проблемам исторической информатики).

VI. Компьютерные сети и информационные ресурсы (статьи, посвященные использованию сетевых технологий в создании и использовании научно-образовательных информационных ресурсов).

VII. Технологии ГИС и мультимедиа (в центре внимания — наиболее «продвинутые» технологии, которые начали использоваться в арсенале исторической информатики с конца 1990-х гг.).

VIII. Архивы, музеи и библиотеки (статьи по проблемам информатизации архивного, музейного и библиотечного дела, использованию ИТ в решении задач сохранения историко-культурного наследия).

IX. Информационные технологии в образовании (статьи по проблемам использования ИТ в историческом образовании, а также формирования специализации по исторической информатике).

Изучение тематики публикаций позволило выявить несколько моделей динамики, соответствующих различным тематическим «линиям» в историографии исторической информатики<sup>46</sup>. Рисунки 1, 2 и 3 иллюстрируют три основных модели динамики (обозначения А, В, С, и D на горизонтальной оси соответствуют периодам 1990–1995, 1996–2000, 2001–2005, 2006–2009).

Так, на рисунке 1 показана динамика числа публикаций, посвященных использованию количественных методов и/или информационных технологий при изучении конкретно-исторической проблематики, и публикаций по проблемам использования информационных технологий в историческом образовании (наиболее традиционные тематические рубрики I и IX), которая характеризуется ростом доли («веса»

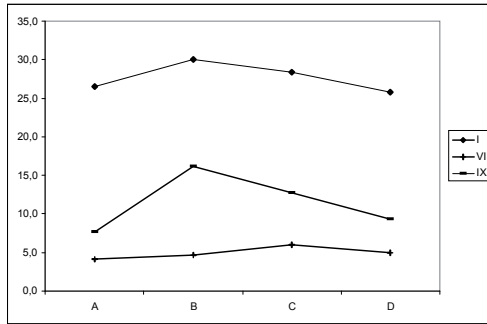


Рис. 1

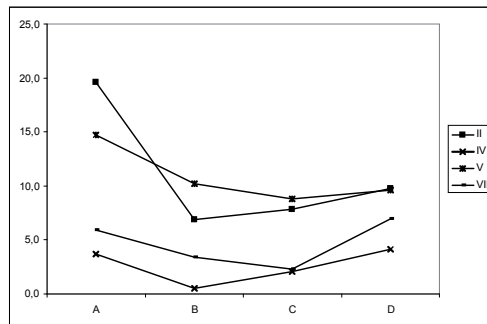


Рис. 2

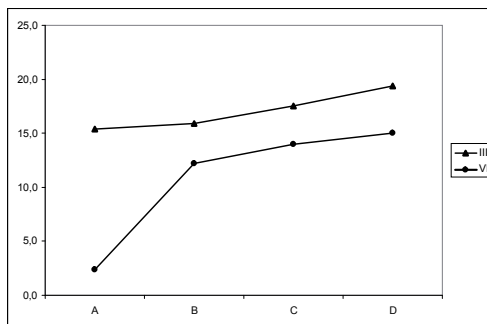


Рис. 3



в общем числе публикаций) таких работ в начале изучаемого периода и снижением — в конце этого периода. Похожую динамику показывает число публикаций, относящихся к рубрике VII (рис. 1), но здесь изменения менее заметны: с конца 1990-х гг. и на протяжении изучаемого периода сохраняется стабильно высокий интерес к использованию технологий ГИС и мультимедиа.

На рисунке 2 приводится противоположная по характеру динамика, отражающая долю рубрик II, IV, V и VIII, т.е. показывающая сначала падение, а затем рост доли соответствующих работ.

Видно, что к концу изучаемого периода более популярными вновь становятся исследования, связанные с применением технологий баз данных, особенно для создания больших информационных систем, а также с разработкой специализированного программного обеспечения в исторических исследованиях, что демонстрирует усиление технологического обеспечения исследований в области исторической информатики.

Некоторое уменьшение внимания к теоретическим, историографическим и источниковедческим проблемам исторической информатики в начале 2000-х гг. сменяется противоположной тенденцией во второй половине этого десятилетия. В этот же период заметен и рост числа работ по проблемам информатизации архивного, музейного и библиотечного дела, использованию информационных технологий в решении задач сохранения историко-культурного наследия. Бесспорно, это показывает углубление связи между методической и технологической составляющими, с одной стороны, и предметной областью исследований — с другой, которые характерны для исторической информатики в XXI в.

Интересно, что эта модель динамики подтверждает усиление междисциплинарности исторической информатики: рубрики II и IV (влияние информационной науки) и рубрики V и VIII (влияние исторической науки) показывают в последнее время достаточно синхронный рост.

Наконец, на рисунке 3 показаны две тематические рубрики, III и IV, доля которых устойчиво растет, хотя темпы этого роста неодинаковы: это методы и модели, ориентированные на специфику работы с различными видами информации исторических источников: числовой, текстовой, графической и т.д., а также сетевые технологии и информационные ресурсы. То есть эти рубрики в наиболее концентрированном виде соответствуют двум основным компонентам исторической

информатики (аналитической и информационной), и их динамика показывает отсутствие системного кризиса в развитии направления. В то же время разные темпы роста этих компонент в начале периода и практически параллельная динамика в последние годы свидетельствуют, что это развитие стало более сбалансированным.

### **Примечания**

- <sup>1</sup> Авторами доклада были Л.И. Бородкин, В.Н. Владимиров и И.М. Гарскова. Основные положения доклада были впоследствии опубликованы: Бородкин Л.И. Историческая информатика в точке бифуркации: движение к Historical Information Science // *Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики*. М.: Барнаул, 2005; Владимиров В.Н., Гарскова И.М. IX конференция АИК — точка бифуркации? // *Информационный бюллетень АИК*. 2006. № 33.
- <sup>2</sup> См.: Boonstra O., Breure L. and Doorn P. Past, Present and Future of Historical Information Science. Amsterdam, NIWI-KNAW. 2004. Этот же текст опубликован в журнале *Historical Social Research / Historische Sozialforschung*. 2004. Vol. 29. No 2.
- <sup>3</sup> Отметим, что в работе голландцев дается аналитический и историографический обзор всего периода существования исторической информатики, причем этой публикации предшествовал ряд других заметных работ историографического характера: Denley P. Models, Sources and Users: Historical Database Design in the 1990s // *History and Computing*. Vol. 6. No 1. 1994. P. 33–43; Speck W.A. History and Computing: Some Reflections on the Past Decade // *History and Computing*. Vol. 6. No 1. 1994. P. 28–32; Woolard M. Introduction: What is History and Computing? An Introduction to a Problem // *History and Computing II*. No 1–2. P. 1–8. McCrank L.J. Historical Information Science. An Emerging Discipline. Medford, New Jersey: Information Today, 2002. К сожалению, в отечественной историографии исторической информатики пока отсутствуют работы этого жанра.
- <sup>4</sup> См., например: Woollard M. Op. Cit.
- <sup>5</sup> Наиболее развернутое обоснование этому названию дается в работах: Таллер М. Что такое «источнико-ориентированная обработка данных»; что такое «историческая информатика» // *История и компьютер: новые информационные технологии в исторических исследованиях и образовании*. Геттинген, 1993; McCrank L. Historical Information Science. An Emerging Discipline. Medford, New Jersey: Information Today, 2002.
- <sup>6</sup> Он соответствует названию исторической информатики на русском, французском, голландском и некоторых других языках, где термин «информатика» изначально занимал подобающее место.

- <sup>7</sup> В 2005 г. эти ассоциации объединились в альянс ADHO (Alliance of Digital Humanities Organizations); в 2007 г. к ним присоединилась канадская ассоциация SDH-SEMI (The Society for Digital Humanities / Société pour l'étude des médias interactifs).
- <sup>8</sup> Boonstra O., Breure L., Doorn P. Op. cit. P. 93–94.
- <sup>9</sup> Ibidem. P. 101–111.
- <sup>10</sup> Thaller M. On the Conception, Training and Employment of Historical Data and Knowledge Daemons // Eden or Babylon? On Future Software for Highly Structured Historical Sources. St. Katharinen, Scripta Mercaturae Verlag, 1992; Greenstein D.I. (ed.). Modelling historical data. Towards a standard for encoding and exchanging machine-readable texts. St. Katharinen: Scripta Mercaturae Verlag, 1991; Леверманн В. Данные и знания в исторических базах данных // История и компьютер: новые информационные технологии в исторических исследованиях и образовании. Геттинген, 1993; Data Modelling, Modelling History. XI International Conference of the Association for History and Computing. August 20–24, 1996. Moscow, 1996; Data Modelling, Modelling History. Proceedings of the XI International Conference of the Association for History and Computing. Moscow, 2000.
- <sup>11</sup> См., например: Кальченко Д.А. Использование онтологий при разработке информационных ресурсов исторической тематики // Информационный бюллетень АИК. 2006. № 33.
- <sup>12</sup> Наиболее интенсивно проблематика, связанная с электронными публикациями, обсуждалась в отечественной историографии в рамках круглого стола по проблеме «Историк, источник и Интернет» (2000 г.), материалы которого были опубликованы не только в Информационном бюллетене АИК (№ 26/27), но и в журнале «Новая и новейшая история» (2001. № 2).
- <sup>13</sup> Thaller M., Buzzetti D., Aumann S. Digital Manuscripts: Editions v. Archives // Max-Planck-Institut für Geschichte, 1996. [Электронный ресурс] URL: <http://www.hit.uib.no/allc/thaller.pdf> (дата обращения 01.08.2010); S. Aumann, H.-H. Ebeling, H.-R. Fricke, et al. From Digital Archive to Digital Edition // Historical Social Research. 1999. Vol. 24. No 1; Белоконь Е.А. Цифровое сохранение и публикация фонда «Древлехранилище» РГАДА // Информационный бюллетень АИК. 2003. № 31; Филимонова Т.И., Емельянова Л.В. Поисквые и непоисквые элементы каталога «Депозитарий» как основа научно–справочного аппарата при подготовке электронных и печатных публикаций // Информационный бюллетень АИК. 2002. № 30; Боброва Е.В. Анализ археографического уровня подготовки документальных публикаций в российском сегменте Интернет // Там же; Ревинский Д.О. Зарубежный опыт публикации исторических документов в сети Интернет // Там же; Urbina E., Furuta R.K., Goenka A., et al. Critical Editing in the Digital Age: Information and Humanities Research // The New Information Order and the Future of the Archive. The University of Edinburgh, 2002; Филимонова Т.И. Электронная публикация как элемент электрон-

- ного каталога: предмет знания, объект изучения, образовательный ресурс // Информационный бюллетень АИК. 2006. № 34.
- <sup>14</sup> Следует отметить, что в зарубежной историографии перспективы использования возможностей Интернета в работе историка обсуждались несколькими годами раньше, что объясняется более ранним внедрением сетевых технологий в западную науку и образование (см.: Доорн П. Электронный лабиринт: возможности и «ловушки» компьютерной системы Internet для историков // Круг идей: развитие исторической информатики. М., 1995). При этом общая оценка возможностей Интернет-технологий в зарубежной историографии не была связана с такими опасениями, как в отечественной историографии. Это можно объяснить более высоким качеством Интернет-ресурсов, к созданию которых на Западе с самого начала подключились университеты и другие академические организации, поддерживающие высокие стандарты электронных изданий.
- <sup>15</sup> Boonstra O., Breure L., Doorn P. Op. cit. P. 36–58; The Virtual Representation of the Past / Ed. by M. Greengrass and L. Hughes. Ashgate, 2008. Эта коллективная монография посвящена использованию информационных технологий и электронных ресурсов в исторических и археологических исследованиях. Теоретические, методологические и технические аспекты этой проблематики освещаются авторами с разных, иногда противоположных, точек зрения и иллюстрируются примерами конкретных исследований. См. также: Бородкин Л.И. Историко-ориентированные тематические сайты: источниковедческие аспекты разработки контента // Информационный бюллетень АИК. 2006. № 34; Гарскова И.М. Некоторые источниковедческие проблемы создания тематических электронных ресурсов // Проблемы методологии и источниковедения: материалы III научных чтений памяти академика И.Д. Ковальченко. М., 2006. Text Editing, Print, and the Digital World / Ed. by M. Deegan and K. Sutherland. Ashgate, 2009. Баранов В.А. и др. Электронные издания древних письменных памятников и технология создания полнотекстовых баз данных // Круг идей: электронные ресурсы исторической информатики. М.; Барнаул, 2003.
- <sup>16</sup> Иванов А.С., Варфоломеев А.Г. Технология XML как инструмент компьютерного источниковедения (на примере формулярного анализа документов приказного делопроизводства) // Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики. М.; Барнаул, 2005; Варфоломеев А.Г., Иванов А.С. Принципы электронных публикаций комплексов исторических документов со средствами палеографического, текстологического и дипломатического анализа // Материалы международной научной конференции. Ижевск, 2006. [Электронный ресурс] URL: [http://textualheritage.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=57&Itemid=68](http://textualheritage.org/index.php?option=com_content&task=view&id=57&Itemid=68).
- <sup>17</sup> Кроме уже упомянутой СУБД KLEIO, можно назвать программное приложение SOCRATES для создания и ведения исторических баз данных (Breure L. SOCRATES: Tools for Database Design and Management // Yester-

- day. Proceedings from the 6th international conference Association of History and Computing / H.J. Marker and K. Pagh, eds., Odense, 1994); системы презентации и анализа материалов переписей населения CensSys и Winsens (Oldervoll J. Wincens, a Census System for the Nineties // Eden or Babylon? On Future Software for Highly Structured Historical Sources. Göttingen, 1992), программу нечеткой классификации FUZZYCLASS (Бородкин Л.И., Гарскова И.М. Программное обеспечение FUZZYCLASS в историкотипологическом исследовании // История и компьютер: новые информационные технологии в исторических исследованиях и образовании / отв. ред. Л. Бородкин и В. Леверманн. Геттинген, 1993); просопографическую информационную систему ПРОСИС (Гутнов Д.А., Перевертень В.А. ПРОСИС: просопографическая информационная система // Информационный бюллетень АИК. 1996. № 9).
- <sup>18</sup> См.: Бородкин Л.И. Приоритеты современной исторической информатики: технологии e-Science // Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике. М., 2008.
- <sup>19</sup> Научный проект Electronic Culture Atlas Initiative (ECAI) с базой в университете Беркли (Калифорния) имеет целью создание глобального ресурса в формате интерактивного электронного атласа культуры, включающего текстовую, графическую и картографическую информацию (см.: ECAI : [сайт]. URL: <http://www.ecai.org/>).
- <sup>20</sup> Digital Resources in the Humanities and Arts (DRHA) — серия ежегодных конференций, в которых участвуют разработчики, хранители, распространители, пользователи электронных ресурсов социально-гуманитарного характера. Эти конференции проводились в рамках программы поддержки информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в сфере искусств и гуманитарных исследований, которая действовала в 2003–2008 гг. при финансовой поддержке Arts & Humanities Research Council (до 2005 г. — Arts and Humanities Research Board) — британского Совета по гуманитарным исследованиям.
- <sup>21</sup> Имеется ряд обобщающих работ на эту тему. См., например: Бородкин Л.И. Историческая информатика: этапы развития // Новая и новейшая история. 1997. № 1; Он же. Квантитативная история на пороге XXI века: фазовый переход? // Информационный бюллетень АИК. 2000. № 24; Woolard M. What is History and Computing? An Introduction to a Problem // History and Computing. 1999. Vol. 11, No 1–2; McCrank L. Historical Information Science. An Emerging Discipline. Medford, New Jersey: Information Today, 2002.
- <sup>22</sup> Doorn P. Preface // Proceedings of the XVIth conference of the Association for History and Computing. Amsterdam, 2005. P. 4.
- <sup>23</sup> Историческое профессиоведение: источники, методы, технологии анализа: сб. статей / под ред. В.Н. Владимирова; М.Х.Д. Ван Леувена. Барнаул, 2008; Историческое профессиоведение: создание HISCO и исследования

- профессиональной социальной мобильности / под ред. В.Н. Владимиров; М.Х.Д. Ван Леувена. Барнаул, 2009.
- <sup>24</sup> Boonstra O., Breure L., Doorn P. Past, Present and Future of Historical Information Science. Amsterdam: NIWI—KNAW, 2006. P. 58—69.
- <sup>25</sup> Boonstra O., Breure L., Doorn P. Op. cit. P. 69—83. Подробный анализ использования ГИС в исторических исследованиях дан в работе В.Н. Владимиров «Историческая геоинформатика: геоинформационные системы в исторических исследованиях (Барнаул, 2005).
- <sup>26</sup> На постсоветском пространстве эти тенденции проявляются с определенным временным лагом, составляющим примерно 3—4 года и обусловленным определенным технологическим отставанием процесса информатизации в России и странах СНГ в сравнении со странами Запада.
- <sup>27</sup> New methodologies for the new millennium. Poznan, 2001; XVth conference of the international association for history and computing [Электронный ресурс] — <http://www.rhd.uit.no/ahc/abstracts.html>; Humanities, Computers and Cultural Heritage. Proceedings of the XVI<sup>th</sup> international conference of the Association for History and Computing. Amsterdam, 2005; Бородкин Л.И., Владимиров В.Н., Гарскова И.М. Новые тенденции развития исторической информатики: по материалам XV международной конференции «История и компьютер» // Новая и новейшая история. 2003; XV Международная конференция Ассоциации «History and Computing» // Информационный бюллетень АИК. 2003. № 31.
- <sup>28</sup> См. вып.: Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер» за 1998—2008 гг. (№ 22—35), а также сборники: Круг идей: историческая информатика на пороге XXI века: труды VI конференции АИК / под ред. Л.И. Бородкина, Ю.П. Смирнова, И.Ф. Юшина. М.; Чебоксары, 1999; Круг идей: историческая информатика в информационном обществе: труды VII конференции АИК / под ред. Л.И. Бородкина, В.Н. Владимиров, И.Ф. Юшина. М., 2001; Круг идей: электронные ресурсы исторической информатики: труды VIII конференции АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.Н. Владимиров. М.; Барнаул, 2003; Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики: труды IX конференции АИК / под ред. Л.И. Бородкина и В.Н. Владимиров. М.; Барнаул, 2005; Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике. М., 2008.
- <sup>29</sup> Этот процесс дифференциации направлений внутри исторической информатики напоминает ситуацию в количественной истории 15—20 годами раньше. Теперь уже среди специалистов в области исторической информатики формируются группы «по интересам»: разработчики баз данных, Интернет-ресурсов, мультимедийных продуктов образовательного характера, исследователи, работающие с географическими информационными системами, библиотечными или архивными системами, статистическими пакетами программ, изображениями, текстами и т.д.

- <sup>30</sup> Например, широко известны международные проекты IPUMS и NAPP, посвященные обеспечению открытого доступа в научных и образовательных целях к данным переписей населения по разным странам и в разные периоды. Исследователям доступна сопоставимая информация десятков переписей о миллионах людей, и существующие демографические базы данных постоянно пополняются информацией на уровне индивидуумов. (См.: International historical microdata for population research / Ed. by P.K. Hall, R. McCaa, G. Thorvaldsen. Minneapolis, 2000).
- <sup>31</sup> Математическое моделирование исторических процессов на первом этапе своего «жизненного цикла» сложилось как одно из направлений квантитативной истории и с течением времени завоевало довольно прочные позиции в исторических исследованиях. Сейчас это направление существует в рамках исторической информатики, с более точным названием — «компьютерное моделирование», поскольку создание сложных моделей нелинейной динамики невозможно без компьютерной реализации.
- <sup>32</sup> Бородкин Л.И., Владимиров В.Н., Гарскова И.М. XV Международная конференция «History and Computing» // Информационный бюллетень АИК. 2001. № 28. С. 4.
- <sup>33</sup> Thaller M. Automation on Parnassus. CLIO — A databank oriented system for historians // Historical Social Research. 1980. Vol. 15.
- <sup>34</sup> Бородкин Л.И. Историческая информатика начала XXI века, или Историки на пути в информационное общество // Технотронные архивы в современном обществе: наука, образование, наследие: материалы науч.-практ. конф. М., 2004.
- <sup>35</sup> Бородкин Л.И. Историческая информатика в точке бифуркации: движение к Historical Information Science // Круг идей: алгоритмы и технологии... С. 8.
- <sup>36</sup> В этой сфере очень важно учитывать специфику исторических ресурсов, в частности, решать источниковедческие и археографические проблемы электронных публикаций исторических документов. (См.: Бородкин Л.И., Владимиров В.Н., Гарскова И.М. Указ соч.).
- <sup>37</sup> Мазур Л.Н., Бродская Л.И. Информационно-справочная система «Села и города Среднего Урала в XX веке» // Информационный бюллетень АИК. 2002. № 29; Баранов В.А., Вотинцев А.А., Гнутиков Р.М. и др. Структура и функции информационно-поисковой системы «Манускрипт» // Информационный бюллетень АИК. 2002. № 30; Они же. Электронные издания древних письменных памятников и технология создания полнотекстовых баз данных // Круг идей: электронные ресурсы исторической информатики. М.; Барнаул, 2003.
- <sup>38</sup> Озерницкая А.С. Методика представления архивного информационного ресурса в сети Интернет на примере справочника «Личные архивные фонды в государственных хранилищах СССР» // Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике. М., 2008.

<sup>39</sup> Жуков Д.С., Лямин С.К. Живые модели ушедшего мира: фрактальная геометрия истории. Тамбов, 2007.

<sup>40</sup> См.: Бородкин Л.И. Приоритеты современной исторической информатики: технологии e-Science // Круг идей: междисциплинарные подходы в исторической информатике. М., 2008.

<sup>41</sup> См.: Alkhoven P., Doorn P. New Research Perspectives for the Humanities // International Journal of Humanities and Arts Computing. 2007. Vol. 1, No 1. P. 35–47.

Наиболее успешно развиваются такие проекты в Великобритании: на смену завершившимся под эгидой уже упомянутого Совета AHRC проектам Arts and Humanities Data Service (AHDS), AHRC ICT Methods Network пришли Arts and Humanities e-Science Support Centre (AHeSSC, на базе King's College в Лондоне), Arts-Humanities.net, History Data Service (HDS, на базе UKDA – национального электронного архива). Кроме того, создаются проекты общеевропейского масштаба. Здесь следует назвать The Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities (DARIAN) – проект, который задуман как консорциум для создания общеевропейской инфраструктуры, обеспечивающей для специалистов-гуманитариев долговременное хранение, доступ и совместное использование в научных исследованиях информации и знаний, облеченных в цифровую форму, а также соответствующих исследовательских методик. DARIAN способствует международному сотрудничеству и обмену идеями во всех областях гуманитарного знания, развивающих применение современных информационных технологий. В совет консорциума входят представители наиболее известных центров из Великобритании, Голландии, Германии, Франции и Дании.

Термин *e-history* в публикациях американских историков встречается реже, чем у европейцев. Американцы обычно заменяют его термином *digital history*, который, однако, не совпадает полностью с *e-history*, а значительно более ориентирован на электронные ресурсы Интернета и их использование в исторических исследованиях и – особенно – в историческом образовании.

<sup>42</sup> Тенденция развития «гуманитарной информатики» как междисциплинарного направления нашла отражение в создании кафедры гуманитарных проблем информатики на философском факультете Томского государственного университета (с 2002 г.). Кафедра ориентирована на изучение общих проблем информатизации и специфики использования информационных технологий в социально-гуманитарных исследованиях. Она ведет межфакультетскую специализацию для студентов философского, филологического, исторического, культурологического и психологического факультетов и издает электронный журнал «Гуманитарная информатика».

<sup>43</sup> К сожалению, пока при организации близких по тематике исторических сайтов их создатели мало координируют свои усилия, весьма редки слу-



чаи совместного участия в такой работе университетов, архивов, музеев и библиотек.

- <sup>44</sup> Бородин Л.И., Володин А.Ю., Коновалова А.В. Дистанционные образовательные технологии в реализации международных магистерских программ: опыт кафедры исторической информатики МГУ // Информационный бюллетень АИК. 2008. № 35; Вымятин В.М., Демкин В.П., Можаяева Г.В. Дистанционное обучение истории: проблемы и перспективы // Опыт компьютеризации исторического образования в странах СНГ / отв. ред. В.Н. Сидорцов, Е.Н. Балыкина. Минск, 1999; Демкин В.П., Можаяева Г.В. Спутниковые технологии как основа мультисервисного обеспечения образовательных программ // Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики: труды IX конференции АИК / под ред. Л.И. Бородинки и В.Н. Владимировой. М.; Барнаул, 2005; Джалиашвили З.О., Кириллов А.В. Дистанционное обучение: каким оно должно быть // Информационное обеспечение исторического образования / отв. ред. В.Н. Сидорцов, А.Н. Нечухрин, Е.Н. Балыкина. Минск; Гродно, 2003; Можаяева Г.В. Дистанционное обучение в дополнительном образовании // Круг идей: историческая информатика в информационном обществе: труды VII конференции АИК / под ред. Л.И. Бородинки, В.Н. Владимировой, И.Ф. Юшина. М., 2001; Сидорцов В.Н., Каун С.Б., Мигуцкий С.Г. Эксперимент по дистанционному обучению в системе WebCT // Информационный бюллетень АИК. 2002. № 30.
- <sup>45</sup> Владимиров В.Н., Гарскова И.М. IX конференция АИК — точка бифуркации? // Информационный бюллетень АИК. 2006. № 33.
- <sup>46</sup> См.: Гарскова И.М. Анализ историографии исторической информатики как научного направления // Харківський історіографічний збірник. Харків, 2010. Вип. 10. С. 138—171.

*Л.И. Бородкин*

**Синергетика, информационный подход  
и исторические исследования:  
дискуссии 2000-х гг.**

Первое десятилетие XXI в. характеризуется дальнейшим развитием тенденций постнеклассической науки. Философы и методологи науки (в частности, историки-методологи) все большее внимание уделяют концепциям синергетики — науки о *сложном*, учения о самоорганизации, об универсальных закономерностях эволюции сложных динамических систем, претерпевающих резкие изменения состояний в периоды нестабильности. Один из основателей синергетики, немецкий физик Герман Хакен, определял ее не только как науку о самоорганизации, но и как теорию совместного действия многих подсистем, в результате которого на макроскопическом уровне возникает новая структура и соответствующее функционирование. В соответствии с этой теорией, развитие понимается как последовательность длительных периодов, соответствующих стабильным состояниям системы, которые прерываются короткими периодами хаотического поведения («бифуркациями»), после чего происходит переход к следующему устойчивому состоянию («аттрактору»), выбор которого определяется, как правило, флуктуациями в точке бифуркации. Возникающий вблизи точки бифуркации «хаос» не означает, что порядок исчезает; он означает, что динамика процесса становится *внутренне* (а не в силу внешних причин) непред-

сказуемой. Центральный вопрос, который обсуждается историками в этой связи, — влияние случайностей, малых возмущений, которые принципиально невозможно предугадать и прогнозировать, на общий характер развития изучаемого нестабильного процесса. С этим вопросом связаны и новые подходы к изучению альтернатив общественного развития, возникающих в точках бифуркации.

Следует подчеркнуть, что, по замыслу Г. Хакена, синергетика призвана играть роль своего рода *метанауки*, подмечающей и изучающей общий характер тех закономерностей и зависимостей неустойчивого развития, которые частные науки считали «своими». Процесс формирования нового междисциплинарного направления не был гладким. Дебаты 1970–1990-х гг. между сторонниками синергетики и ее противниками по накалу страстей напоминали известные дискуссии 1950-х гг. вокруг зарождавшейся кибернетики (хотя и проходят в другой социально-политической ситуации). Сегодня уже нет необходимости доказывать полезность синергетического подхода. Явления самоорганизации, нелинейные эффекты в динамике различных процессов, хаотизация их состояний активно изучаются представителями различных наук, использующих категориально-понятийный аппарат и методы синергетики. Политтехнологи используют ее подходы в практических ситуациях (и далеко не всегда в благих целях). Однако, как и любая развивающаяся наука, синергетика продолжает порождать дискуссии — преимущественно о том, какие «слои» этой метанауки могут с наибольшим эффектом применяться в той или иной области знания. В то же время идет осмысление философских, методологических аспектов синергетики, определение ее места в формирующейся новой научной картине мира, соответствующей постнеклассическому этапу развития науки. Синергетика является одной из важнейших составляющих этого этапа, ее развитие формирует новые смыслы категорий и концепций эволюционизма, информационного подхода.

Каково отношение историков к новой общенаучной парадигме сегодня? Можно ли говорить о какой-то согласованной позиции, общепринятом мнении о применимости синергетики в исторических исследованиях? На наш взгляд, разброс мнений историков (и наших, и зарубежных) в этом вопросе весьма велик, он включает как полное отрицание, так и полное признание концепций и методов синергетики. Впрочем, найдется ли сегодня методологическая концепция, по отношению к которой можно говорить о каком-либо консенсусе историков?

В данной статье дана характеристика новых работ по методологическим и философским проблемам синергетики (включая современные подходы к емкому понятию «информация»), отражена суть критицизма приложений концепций синергетики в исторических исследованиях в дискуссиях последних лет.

\* \* \*

Как и любая действительно новая научная парадигма, синергетика встречает не только поддержку сторонников, но и активное противодействие скептиков, причем как со стороны ученых-естественников, так и со стороны гуманитариев. Обычный аргумент скептиков основан на утверждении о невозможности переноса концепций и методов «точных наук» в область социально-гуманитарного знания. (Заметим в скобках, что в серьезных работах сторонников синергетики, в том числе и ее «отцов-основателей», как раз особое внимание уделяется учету специфики социальных процессов; в таких работах речь о механическом переносе методов не идет). Аргументы скептиков можно разделить на две группы. Первая группа подчеркивает опасность «позитивистской редукции» при перенесении на развитие общества и культуры установленных синергетикой закономерностей нелинейности и поливариантности путей развития процессов в физическом мире<sup>1</sup>. Вторая группа сводится к утверждению, что синергетика не дает ничего нового историку, она лишь вводит новый категориальный аппарат, называя давно известные историкам понятия новыми словами. Характерными можно считать следующие высказывания:

«Если мы назовем альтернативную ситуацию бифуркацией, нестабильность общества — увеличением энтропии, стихийность во взаимодействии социальных групп — хаосом, прогресс — негэнтропией, выход из кризиса — самоорганизацией системы, мы не станем вследствие этого лучше понимать и объяснять историческое прошлое»<sup>2</sup>.

«Для историка-профессионала терминология синергетики — избыточная информация. Действительно, понятие саморегуляции на языке конкретно-исторического исследования звучит как нахождение генетических связей, которые рассмотрены в рамках теории охватывающих законов К. Поппера и К. Гемпеля. Хаос обозначается как кризис»<sup>3</sup>.

«Объяснение свойств и признаков эволюционирующих систем различной природы в рамках новой для историка терминологии — стохастичность мира, бифуркационные механизмы и т.д. — мало что дает историку для

углубления и развития его представлений о предмете исторической науки в целом или о той или иной ее проблеме. <...> Логика истории — понятие многоуровневое, ибо оно характеризует процессы исторического развития от мировой его отметки до уровня развития отдельного события и является противоположностью хаоса, вследствие чего все многообразие процессов эволюции и поддается рациональному осмыслению»<sup>4</sup>.

Отдельно стоит отметить еще один аспект критики использования концепций синергетики в исторических исследованиях: синергетика связывается с постмодернизмом<sup>5</sup>. Мы вернемся к аспекту ниже.

### **Синергетика: на пути к формированию «ядра общенаучной картины мира»?**

Отметим, что уже на рубеже 1980–1990-х гг. методологи отмечали, что «в настоящее время историки не имеют в своем распоряжении объективной, формализованной теории для перехода из одной структуры в другую»<sup>6</sup>. Думается, что именно синергетический подход дает концептуальную основу, категориальный аппарат и инструментарий для анализа переходных процессов, проходящих в своей эволюции через «точки разрыва».

Вопрос о значении синергетики как источника теоретических концепций неустойчивого развития исторических процессов требует обращения к философским основаниям современной синергетики. Наиболее полно эти основания рассмотрены в недавней работе академика В.С. Стёпина, одного из ведущих российских философов<sup>7</sup>.

Как отмечает В.С. Стёпин, междисциплинарность и трансдисциплинарность синергетики не противоречат статусу ее как особой научной области, которая должна очертить свою предметную область, определить систему методологических принципов исследования и включить их в состав сложившейся системы научного знания<sup>8</sup>. Дисциплинарная онтология синергетики строится «посредством особой системы абстракций, отождествляемых с реальностью, такими как “нелинейные среды”, “динамический хаос”, “бифуркации”, “кооперативные эффекты”, “фракталы”». Представления об общих системно-структурных характеристиках предмета синергетики формируют целостность многообразных моделей, многие из которых были ранее созданы в других науках — в физике, химии, биологии, экономике, истории, технических науках. Создаваемая в синергетике

картина реальности (дисциплинарная онтология) связана с понятием самоорганизации, получающим трактовку через динамический хаос. Синергетическая картина исследуемой реальности вводит образ предмета исследования как сложной, саморазвивающейся системы. Синергетика изучает закономерности таких систем<sup>9</sup>.

Где проходят границы конструктивного применения синергетики? Как отмечает В.С. Стёпин, она избыточна по отношению к тем задачам, «в которых можно абстрагироваться от развития системы и фазовых переходов» (а таких задач в науке множество). Существенно, что и развивающиеся системы в синергетике изучаются с особых позиций: акцент делается на идеях целостности, сложности «в противовес идеям элементаризма и редукционизма». Акцентируя холистские аспекты, синергетика раскрывает ряд существенных закономерностей саморазвивающихся систем. В этом, по его мнению, ее достоинство, но в этом и ее границы. Диффузия концепций и методов синергетики в различные науки эффективна, когда требуется учитывать саморазвитие, его характеристики и закономерности<sup>10</sup>.

Синергетика сегодня претендует на то, чтобы стать «ядром общенаучной картины мира», что и является одним из важных аспектов ее междисциплинарного и трансдисциплинарного статуса. Вот почему, подчеркивает В.С. Стёпин, вокруг этой проблематики и разворачиваются дискуссии относительно места синергетики в системе научного знания. Ее неприятие некоторыми критиками, по мнению автора, относится не к конкретным моделям синергетики, а к программе включения ее принципов в «общенаучную картину в качестве системообразующего ядра»<sup>11</sup>. Трудности в реализации этой программы связаны, в частности, с необходимостью представить изучаемые ими объекты в качестве открытых процессуальных систем (так, в физике эта программа была предложена И. Пригожиным). По В.С. Стёпину, развитие современной научной картины мира как формы синтеза достижений различных дисциплин протекает в данное время в русле идей глобального (универсального) эволюционизма, который соединяет идеи эволюции и системного видения. И включение идей синергетики в этот процесс представляется весьма органичным. Как отмечает ученый, трудности здесь состоят в «состыковке трех основных блоков картины мира» — представлений о развитии неживой природы, живой природы и общества, между которыми существуют своего рода лакуны, требующие дополнительного анализа. Возмож-

но, — считает В.С. Стёпин, — применение синергетических идей и методов даст новый импульс этому анализу (в этом направлении уже получены обнадеживающие результаты). В таком случае принципы синергетики органично войдут в ядро общенаучной картины мира<sup>12</sup>.

Особое внимание он уделяет проблеме *нового смысла* категорий, обеспечивающих видение и понимание саморазвивающихся систем, включая понимания части и целого, вещи и процесса, взаимодействия, причинности, пространства и времени. Эти системы — открытые, обменивающиеся веществом, энергией и информацией с окружающей средой; для таких систем характерна иерархия уровней организации элементов, появление в ходе развития новых уровней и новой структурой подсистем. Появление новых уровней организации и переход к новому «порядку» происходит через состояния динамического хаоса, появление точек бифуркации, в каждой из которых возникает набор потенциально возможных направлений («траекторий») развития системы. В этой связи В.С. Стёпин отмечает, что саморазвивающиеся системы «обязательно обладают синергетическими характеристиками»<sup>13</sup>. Характеризуя новые смыслы категориальной сетки, необходимые для понимания и освоения таких систем, уже недостаточно зафиксировать наличие особого свойства целого, не сводимого к свойствам частей (это было сформулировано в рамках системного подхода), необходимо учитывать *изменения* системного качества (появление новых управляющих параметров) в процессе развития системы. *Процессуальность* проявляется здесь и как переход от одного качества к другому. В.С. Стёпин затрагивает и вопрос о категории *причинности*, которая вызывает особенно острые дискуссии в среде критиков синергетического подхода. Эта категория расширяется, приобретая новые смыслы — наряду с лапласовской (детерминистской) и вероятностной причинностью важной становится идея *целевой причинности*. При этом вероятностная причинность обретает новое содержание, определяющееся появлением новых уровней иерархии в ходе эволюции системы и структуры взаимодействия подсистем. Исследование математических свойств странных аттракторов представило в новом свете и проблему целевой причинности, расширяя понятие детерминизма применительно к саморазвивающимся системам. Можно говорить о том, что в точках бифуркации возникает разрыв причинно-следственных связей, сформировавшихся в предшествующий период.

В рамках синергетического подхода приобретают новый смысл категории пространства и времени<sup>14</sup>. Интересно, что В.С. Стёпин отмечает схожесть некоторых элементов этой категориальной сетки с соответствующими категориями гегелевской диалектики. Например, то, что в диалектике традиционно обозначалось как «скачок», «перерыв постепенности», связанный с возникновением нового качества, в синергетике раскрывается через характеристики динамического хаоса, возникновение странных аттракторов и кооперативных эффектов. Новый смысл этих категорий характеризуется и в работе Д.С. Чернавского, в интерпретации которого триада Гегеля может интерпретироваться как образное описание процесса генерации ценной информации в эволюционирующей системе. Действительно, прежний динамический режим («порядок») становится неустойчивым, возникает «хаос» — антитеза «порядка», после чего система входит в новый динамический режим. Возникает новый «порядок» — синтез, в котором система уже обладает новой ценной информацией<sup>15</sup>. Создание математической модели процесса позволит оценить, когда именно тезис перейдет в антитезис и когда наступит синтез. Поэтому, отмечает Д.С. Чернавский, можно сказать, что современная синергетика дает математическую основу диалектического материализма, делает его действительно научной системой, — в том смысле, в каком это принято понимать в естественных и точных науках<sup>16</sup>. В этой связи трудно согласиться с содержащимися в некоторых работах высказываниями о том, что синергетический подход несовместим с представлениями о материальности мира<sup>17</sup> или связан с постмодернистским мышлением<sup>18</sup>. Иногда такие заключения делаются на основе слишком расширительной трактовки базовых понятий синергетики, имеющих строгие определения в нелинейной динамике. Одно из таких понятий — детерминированный хаос, возникающий в динамике нелинейных систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, не содержащими стохастических элементов. В дискуссионном тексте о соотношении синергетики и материализма это понятие может использоваться уже в отрыве от его точной дефиниции: «Другой путь [к объяснению хаоса с материалистических позиций. — *Авт.*] — объявить хаос детерминированным, что соответствует порождению им порядка: раз хаос является детерминированным, значит, исходное начало является материалистическим, а хаос не выходит за пределы материали-



стической трактовки мира»<sup>19</sup>. В такой трактовке введение понятия «детерминированный хаос» — это попытка «сохранить материалистический мировоззренческий подход» (исходя из того, что «материализм и детерминизм представляют собой неразрывное единство»)<sup>20</sup>. Вряд ли можно согласиться со столь широкими обобщениями.

Возвращаясь к вопросу о новых смыслах категорий, подчеркнем вывод В.С. Стёпина о необходимости их разработки для «обоснования синергетики как ядра общенаучной картины мира». Без этого, отмечает авторитетный философ постнеклассической науки, трудно достигнуть понимания среди тех представителей научных дисциплин, «которые привыкли видеть мир сквозь призму иных, менее богатых категориальных смыслов, достаточных для освоения более простых системных объектов, чем те, с которыми имеет дело синергетика»<sup>21</sup>. Эта ситуация типична для научного сообщества; так было всегда в истории науки «при появлении новых теорий и концепций, которые вносили коррективы в прежнюю картину мира»<sup>22</sup>.

## **Синергетика и информационный подход**

Философскому осмыслению концепций и категорий синергетики посвящено немало работ. Одно из наиболее квалифицированных обсуждений этой проблематики представлено в материалах круглого стола, опубликованных в 2006 г. журналом «Вопросы философии»<sup>23</sup>. Для нас особый интерес представляет круглый стол, проведенный недавно этим же журналом и посвященный современным трактовкам информационного подхода в контексте междисциплинарных исследований<sup>24</sup>. Этот интерес определяется тем, что в ходе круглого стола была подчеркнута связь современных трактовок информации с концепциями синергетики.

Ведущий круглого стола, академик В.А. Лекторский, отметил, что отсутствие ясности в понятии информации мешает плодотворному развитию междисциплинарных связей и сдерживает развитие научных направлений<sup>25</sup>. Д.И. Дубровский напомнил, что сегодня существуют две основные концепции информации: это *атрибутивная* концепция, исходящая из того, что информация присуща всем физическим процессам и системам (т.е. всей материи), и *функциональная* концепция информации, полагающая, что информация есть свойство лишь самоорганизующихся систем (т.е. биологических и социальных)<sup>26</sup>. В условиях

постнеклассического этапа развития научного знания атрибутивная концепция получает поддержку со стороны синергетики: открываются принципиально новые теоретические измерения, «которые способны существенно изменить панораму научной картины мира и, в частности, создать новые направления разработки проблемы информации»<sup>27</sup>. Вместе с тем Д.И. Дубровский подчеркнул первостепенную роль понятия информации в исследовании самоорганизующихся систем, биологических, психологических и социальных явлений.

А.Д. Урсул отметил связь эволюции и информации, обратив внимание на необходимость «соединить синергетику и информатику» в исследовании проблем эволюции, так как оба эти научные направления «изучают с разных сторон движение разнообразия (информации) в процессах самоорганизации (и ей противоположных процессах) материальных систем»<sup>28</sup>.

Продолжая тему, И.В. Мелик-Гайказян отметила, что современная теория информации разделилась на два этапа, которые можно условно назвать как «досинергетический» и «синергетический», различающиеся пониманием проблемы генерации информации. По сути, речь идет о том, принадлежит ли феномен информации только «живому» и «мыслящему» или ему есть место и в «неживом» мире<sup>29</sup>. Синергетика позволила добавить к элементарным стадиям информационного процесса этап генерации информации. И здесь возникает «мостик» к динамической теории информации, развиваемой Д.С. Чернавским и отраженной в его монографии о связи синергетики и информатики<sup>30</sup>. Чернавский исходит из определения, данного Г. Кастлером, в рамках которого информация есть случайный запоминаемый выбор варианта из многих возможных и равноправных. По мнению И.В. Мелик-Гайказян, феномену информации есть место в физическом мире, и в то же время информация связана с самоорганизующимися системами; т.е. информационные процессы «есть механизмы самоорганизации в сложных открытых системах любой природы, а не только свойство самоорганизующихся систем»<sup>31</sup>. Существенно, что исходя из синергетических концепций автор сформулировала вывод о *процессуальной* сущности информации. В то же время для разработки программ междисциплинарных исследований социокультурных систем необходимо посредничество теории информации между синергетикой и семиотикой, «поскольку сами модели синергетики создавались для исследования систем, которые по своей размерности принципиально уступают сложности

социокультурных систем»<sup>32</sup>. Подробное рассмотрение феномена информации позволило И.В. Мелик-Гайказян прийти к пониманию феномена информации как многостадийного и необратимого процесса становления структуры в сложной системе, начинающегося со случайного выбора, который эта система делает при выходе из хаоса, в ситуации бифуркации, и завершающегося целенаправленным действием согласно алгоритму, реализующему переход к новому аттрактору. Как отмечает И.В. Мелик-Гайказян, процессуальное понимание информации позволяет корректно использовать методы фундаментальных наук в гуманитарных исследованиях и развивать междисциплинарные проекты, устанавливая границы применимости различных концепций и учений<sup>33</sup>.

### **Синергетика, постмодернизм и точное знание**

Как уже отмечалось выше, синергетика рассматривается иногда в контексте постмодернистских подходов: «Известное влияние постмодернизма, по-видимому, испытывает и другое влиятельное направление теории истории — синергетика. Действительно, в постмодернизме присутствуют ведущие идеи синергетики — хаос и саморегуляция культурологических и исторических процессов»<sup>34</sup>. «Отцы» синергетики, крупные ученые-естественники — И. Пригожин, Г. Хакен, С.П. Курдюмов — вряд ли ассоциировали новую область междисциплинарных исследований с постмодернизмом, однако на определенном этапе развития синергетики этот аспект стал обсуждаться. Так, на упомянутом выше круглом столе журнала «Вопросы философии» организатор дискуссии, В.А. Лекторский сформулировал ряд вопросов, касающихся связи синергетики и современных наук о человеке — психологии, когнитивной науки, социологии, теории коммуникации, а также вопрос о границах синергетики и ее отношении к постмодернизму<sup>35</sup>.

Итак, можно ли говорить о влиянии постмодернизма на синергетику?

Представляют интерес мнения известных специалистов-синергетиков, размышлявших об этом вопросе.

Так, затронув вопрос В.А. Лекторского, один из участников круглого стола, В.Г. Буданов, отметил, что растущая популярность синергетики породила «сопутствующее хроническое заболевание» —

профанацию синергетики, что создает опасность размывания основ и принципов синергетики, угрозу ее дискредитации. Эта ситуация нередко связана с незнанием принципов и методов синергетики, которые для многих ограничиваются использованием синергетической терминологии. Поэтому сегодня, — считает В.Г. Буданов, — совершенно необходимо обратиться к истокам новой науки, «к аутентичной синергетике», «ядру синергетической парадигмы», лежащей в основе междисциплинарных и трансдисциплинарных методов ее классиков, крупных ученых-естественников, математиков — Г. Хакена, И. Пригожина, С.П. Курдюмова, еще раньше — А. Пуанкаре. Синергетика существует для В.Г. Буданова в трех ипостасях: «синергетика как наука, синергетика как методология, синергетика как общенаучная картина мира»<sup>36</sup>.

Аутентичная синергетика, по его мнению, может и должна присутствовать во всех трех ипостасях новой науки, хотя и с разным уровнем формализации. И если в синергетике как науке о развивающихся системах аутентичное ядро (математические модели, физические теории самоорганизации и т.д.) изначально существует, то в синергетической методологии и картине мира эти ядра находятся в процессе становления. Необходимо учитывать, что любое ядро имеет окружение, «протоплазму», где степень строгости, аутентичности убывает по мере удаления от ядра и, соответственно, «нарастают терминологический произвол и нестрогость интерпретаций, допускается неконтролируемая метафоризация» (вплоть до сознательной профанации)<sup>37</sup>. Именно в терминах такой «метафорической синергетики» и укореняется новая наука в массовом сознании, мировоззрении, именно в таком виде она присутствует в *постмодернистской философии*. Именно на этом уровне, как правило, происходит первый контакт с синергетикой у гуманитариев, в этой области «лежат многие когнитивные, педагогические, психологические и коммуникативные приемы и технологии», которые пока не освоены строгой синергетикой<sup>38</sup>. В.Г. Буданов рассматривает «метафорическую синергетику» и строгую синергетику не в качестве противостоящих полюсов или периферии и ядра; по его мнению, речь идет о начальном и конечном этапах процесса моделирования в ходе применения общей синергетической методологии в социогуманитарных и междисциплинарных задачах. «Просто такова логика моделирования человекомерных систем — от метафоры к модели, с метафоры все начинается»<sup>39</sup>.

Более жесткой позиции в оценке соотношения «ядра» и «периферии» придерживается Д.С. Чернавский. В своей книге он, в частности, проводит параллели в развитии кибернетики и синергетики<sup>40</sup>. Автор, отмечая близость этих областей научного знания, указывает и на принципиальные их отличия. Кибернетика — наука об управлении — ввела такие понятия, как положительная и отрицательная обратная связь. Далее, благодаря усилиям доктора Эшби (медика по образованию) эти понятия были перенесены в область биологии и медицины, была создана концепция гомеостаза. Эффекты самоорганизации естественно вписывались в эту концепцию. С легкой руки Эшби стало утверждаться мнение о том, что в кибернетике математический аппарат вторичен, что кибернетиком может считаться человек, не владеющий математикой<sup>41</sup>. Скоро «в кибернетику ринулись толпы людей, которые не владели не только математикой, но и никакой другой наукой»<sup>42</sup>. В итоге, как отмечает Д.С. Чернавский, был утерян критерий уровня науки кибернетики, ее рейтинг понизился. На смену ей пришла синергетика, в которой, по его мнению, «владение математическим аппаратом (теорией динамических систем, математическим моделированием) считается необходимым условием»<sup>43</sup>. Обоснованию этого тезиса автор уделяет существенное внимание в своей книге.

Другой известный ученый, давно и плодотворно создающий математические модели социальных процессов, В. Вайдлих (Штутгартский ун-т, Германия), подчеркивает, что разработка нелинейных моделей социодинамики должна избежать использования физикализма, основываться следует на категориях, применимых к описанию социума<sup>44</sup>. Исследуя модели миграционных процессов, он задается вопросом: существуют ли в соответствующих дифференциальных уравнениях хаотические режимы, странные аттракторы? Проведенный им анализ показал, что утвердительный ответ на этот вопрос существует, если число уравнений в системе более трех<sup>45</sup>. Рассматривая модели динамики взаимодействующих социальных групп, Вайдлих исследует нелинейную модель конфронтации политических партий с антагонистическими идеологиями. В зависимости от значения параметров модели он получает три структурно различных типа динамики: бифуркация и циклическая динамика; хаотическая динамика; стабильность на конечном интервале.

Отдельный цикл работ В. Вайдлиха посвящен моделированию политических фазовых переходов — от системы либерального типа

к системе тоталитарного типа, и наоборот. Автор обсуждает два альтернативных тезиса — о непрерывном и прерывном, скачкообразном характере таких фазовых переходов<sup>46</sup>. Тезис непрерывности исходит из того, что любое историческое событие или последовательность событий в принципе объяснимы с точки зрения предшествующих известных исторических событий и процессов. В этом контексте даже личности и их действия в чрезвычайных политических событиях находятся под этим воздействием. В противоположность этому, отмечает В. Вайдлих, тезис фазового перехода утверждает, что в истории существуют относительно редкие революционные события, где происходят исторические скачки, которые не являются полностью объяснимыми и логично вытекающими из предыдущих событий. По его мнению, в этих случаях происходит непредсказуемое совпадение случайных факторов, которые сами по себе являются маловероятными. В. Вайдлих отмечает, что с системно-теоретической точки зрения второй тезис является более обоснованным. «Исторические социальные фазовые переходы, — пишет автор, — являются по определению революционными событиями, в которых происходит изменение состава и структур макропеременных системы. Необходимым сопутствующим обстоятельством такого фазового перехода является появление критических колебаний (флуктуаций). Эти критические колебания являются решающими в выборе направления, в котором последует система, находящаяся на перепутье»<sup>47</sup>. Подчеркнем, что «направления» (аттракторы) и в этом случае не бывают произвольными, число их обычно невелико и определяется реальными альтернативами развития «хаотизированной» ситуации. Построенные В. Вайдлихом нелинейные модели позволяют рассмотреть целый ряд сценариев политических фазовых переходов. Эти модели устанавливают соотношение между микроуровнем социума (поведение индивидуумов) и макроуровнем динамических процессов в обществе<sup>48</sup>.

Таким образом, мы можем говорить о теоретическом значении исследования синергетических моделей социальной динамики, об аналогиях механизмов фазовых переходов в природе и в обществе. А это напрямую связано с вопросом об «избыточности», ненужности концепций и методов синергетики в социально-гуманитарных науках, — вопросом, поднятым в работах скептиков, критиков синергетики (об этом см. в первом разделе данной статьи).

Эвристический потенциал «строгой синергетики» оказывается востребованным и при построении теории «перестройки» сложных

систем в ходе их эволюции. Так, Ю.А. Данилов отмечает важную особенность процессов самоорганизации — сжатие информации, которое происходит весьма специфическим образом: большинство параметров состояния (число которых, как правило, весьма велико) становятся второстепенными, в то время как характер процесса определяется немногочисленными *параметрами порядка*<sup>49</sup>. Развитие синергетики позволило выявить своего рода «структурный базис» — набор простейших структур (паттернов), из которых нелинейная система в процессе самоорганизации по определенным сценариям синтезирует более сложные пространственные, временные или функциональные структуры. «Еще одно неожиданное открытие принесло изучение нерегулярных, хаотических структур: вопреки традиционным представлениям о хаосе как синониме отсутствия порядка, выяснилось, что хаос может обладать тонкой внутренней структурой»<sup>50</sup>.

Эти закономерности, выявленные с помощью строгих методов, носят достаточно общий характер и могут использоваться при рассмотрении закономерностей эволюции социальных структур, проходящих через периоды хаотизации и скачкообразных изменений. Историкам предстоит осваивать концепции синергетики в ходе обновления их методологического арсенала, а специалистам в области исторической информатики — овладеть тем инструментарием (достаточно сложным), который составляет ядро современной синергетики.

Можно только согласиться с А.А. Колесниковым, который пишет о том, что концепции синергетики естественным образом должны быть включены в образовательные процессы новой мировоззренческой ориентации, связанные с переходом современного общества от индустриального к постиндустриальному развитию, а в современных университетах следует открыть новые междисциплинарные кафедры с профилем подготовки «Нелинейная динамика» или «Самоорганизация и информация»<sup>51</sup>.

## Примечания

- <sup>1</sup> Подробнее об этом см.: Бородкин Л.И. «Порядок из хаоса»: концепции синергетики в методологии исторических исследований // Новая и новейшая история. 2003. № 2.
- <sup>2</sup> Бочаров А.В. Проблема альтернативности исторического развития: историографические и методологические аспекты: автореф. дис. ... канд. ист. наук. Томск, 2002. С. 15.

- 3 Хвостова К.В. Математические методы в исторических исследованиях и современная эпистемология истории // Новая и новейшая история. 2007. № 3. С. 75.
- 4 Смоленский Н.И. Проблемы логики общеисторического развития // Новая и новейшая история. 2000. № 1. С. 8–9.
- 5 Хвостова К.В. Постмодернизм, синергетика и современная историческая наука // Новая и новейшая история. 2006. № 2.
- 6 Шмаков В.С. Структура исторического знания и картина мира. Новосибирск, 1990. С. 53.
- 7 Стёпин В.С. О философских основаниях синергетики // Будущее мира и России / под ред. Г.Г. Малинецкого. М., 2008.
- 8 Там же. С. 18.
- 9 Там же.
- 10 Там же. С. 19.
- 11 Там же.
- 12 Там же. С. 19, 20.
- 13 Там же. С. 20, 21.
- 14 Там же. С. 21.
- 15 Чернавский Д.С. Синергетика и информация (Динамическая теория информации). М., 2004. С. 230.
- 16 Там же. С. 230–231.
- 17 Егоров В.С. Постнеклассическая наука и современное миропонимание // Синергетическая парадигма. Человек и общество в условиях нестабильности. М., 2003.
- 18 См., например: Гиренок Ф.И. Синергетика и соборность // Онтология и эпистемология синергетики. М., 1999.
- 19 Егоров В.С. Указ. соч. С. 76.
- 20 Там же. С. 74, 76.
- 21 Стёпин В.С. Указ. соч. С. 22.
- 22 Там же.
- 23 Круглый стол «Синергетика: перспективы, проблемы, трудности // Вопросы философии. 2006. № 9.
- 24 Информационный подход в междисциплинарной перспективе (материалы круглого стола) // Вопросы философии. 2010. № 2.
- 25 Там же. С. 85.
- 26 Там же.
- 27 Там же.
- 28 Там же. С. 92.
- 29 Там же. С. 98–99.
- 30 Чернавский Д.С. Указ. соч.
- 31 Информационный подход в междисциплинарной перспективе: (материалы круглого стола). С. 99, 100.
- 32 Там же. С.100.



- <sup>33</sup> Там же. С.102.
- <sup>34</sup> Хвостова К.В. Постмодернизм, синергетика и современная историческая наука. С. 28.
- <sup>35</sup> Круглый стол «Синергетика: перспективы, проблемы, трудности». С. 3.
- <sup>36</sup> Там же. С. 8, 9.
- <sup>37</sup> Там же. С. 9.
- <sup>38</sup> Там же.
- <sup>39</sup> Там же. С. 10.
- <sup>40</sup> Чернавский Д.С. Указ. соч. Гл. 2, раздел 2.5.
- <sup>41</sup> Справедливости ради отметим, что этот тезис утвердился не только усилиями Эшби.
- <sup>42</sup> Чернавский Д.С. Указ. соч. Там же.
- <sup>43</sup> Там же.
- <sup>44</sup> Вайдлих В. Социодинамика: системный подход к математическому моделированию в социальных науках. М., 2004. С. 24.
- <sup>45</sup> Там же. С. 148–149.
- <sup>46</sup> Там же. С. 226.
- <sup>47</sup> Там же. С. 226–227.
- <sup>48</sup> Там же. С. 238–276.
- <sup>49</sup> Данилов Ю.А. Возникновение и эволюция понятия «самоорганизация» // Синергетика. Труды семинара. Т. 4: Естественно-научные, социальные и гуманитарные аспекты / под ред. Иванова О.П., Буданова В.Г. М., 2001. С. 81.
- <sup>50</sup> Там же.
- <sup>51</sup> Колесников А.А. Когнитивные возможности синергетики // Вестник Российской академии наук. 2003. Т. 73. № 8. С. 729, 733.

## **Проблемы моделирования в истории и археологии**

---

---

*Д.С. Жуков, С.К. Лямин*

### **Моделирование динамики средовых и ментальных характеристик социума средствами фрактальной геометрии**

В последние два десятилетия фрактальная теория и методология осваиваются в социально-экономических и гуманитарных отраслях знания, в том числе и в истории. Однако за редким исключением в большинстве исследований речь идет не о конкретных фрактальных моделях, а об утверждении самоподобия разных уровней рассматриваемых социальных систем и (или) о некоей цикличности тенденций. Тем не менее, как мы полагаем, фрактальная методология позволяет создавать конкретные математические модели исторических явлений и процессов, а также проводить компьютерные эксперименты, имитирующие эти явления и процессы.

Рождение фрактальной геометрии состоялось в 1977 г. после выхода в свет книги Бенуа Мандельброта «The Fractal Geometry of Nature». В самом простом случае фрактал – это особый тип геометрической фигуры, а «фрактальный» – это характеристика структуры, явления или процесса, обладающих свойствами фрактала. Определение фрактала, данное самим Мандельбротом, звучит так: «Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому». Иначе говоря, одним из атрибутов фракталов является самоподобие. Это означает, что небольшая часть фрактала содержит информацию обо всем фрактале.

Таким образом, для фрактала, как правило, характерна так называемая масштабная инвариантность. В каком бы масштабе ни рассматривали фрактал, мы всегда видим одно и то же или, во всяком случае, нечто подобное (см. рис. 1).

Легкость уподобления фракталов реальным объектам делает фрактальную геометрию удобным способом моделирования реальности. Однако следует иметь в виду, что модели (в том числе фрактальные) представляют собой не точное отображение действительности, а функциональное (и функционирующее) обобщение нескольких факторов, — которое в таком виде может использоваться в обобщениях более высокого порядка. Именно поэтому модель не должна, да и не может быть точной копией реальности — по модели мы судим не обо всей реальности во всем бесконечном многообразии ее взаимосвязей, а лишь о нескольких ее сегментах, абстрагированных и формализованных в численных величинах и взаимосвязанных определенным математическим аппаратом.

Логично возникает вопрос: насколько широка сфера применения фрактального моделирования, насколько велико число фракталоподобных структур в природе. Бенуа Мандельброт отвечает однозначно: для природы характерен именно фрактальный (и никакой другой) способ самоорганизации.

Действительно, фракталы можно увидеть в границах облаков и морских побережий, в турбулентных потоках, трещинах горных пород, зимних узорах на стекле и снежинках, корнях, листьях и ветвях растений, тканях и органах животных, включая человека, в динамике скачков цен на бирже, циклических социальных процессах, организации политических и социальных структур и т.д. В силу того, что фракталы широко представлены в природе, методы фрактальной геометрии проникли и продолжают проникать в разные (если не во все) научные дисциплины.

Для того чтобы представить все многообразие фракталов, воспользуемся их общепринятой классификацией. По методу построения фракталы обычно подразделяются на геометрические и алгебраические.

Геометрические фракталы — самые наглядные. Их получают с помощью некоторой ломаной линии или поверхности, называемой генератором. Генератор повторяется при каждом уменьшении масштаба (см. рис. 2).

Алгебраические фракталы возникают вследствие определенных математических операций. Численные результаты этих операций

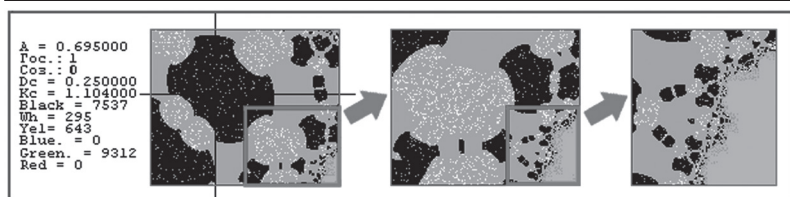


Рис. 1. Масштабная инвариантность алгебраического фрактала

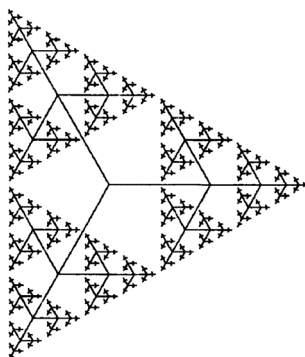


Рис. 2. Геометрический фрактал

рассматриваются как координаты точек, которые наносятся на координатную плоскость. Из этих точек складывается фигура — фрактал. Неожиданностью для исследователей стала возможность посредством простых алгоритмов порождать очень сложные нетривиальные структуры.

Алгебраические фракталы используются в исследованиях динамических систем. Нелинейные динамические системы могут обладать несколькими устойчивыми состояниями. То состояние, в котором оказалась динамическая система спустя некоторое время, зависит от ее начального состояния. Поэтому каждое устойчивое состояние (аттрактор) обладает некоторой областью начальных состояний, стартуя из которых система обязательно попадет в рассматриваемое конечное состояние (в этот аттрактор).

В качестве метафоры подобного рода явлений исследователи приводят бассейн реки. Аттрактор системы здесь — устье. Начальные

состояния — родники. В каком бы месте бассейна ни находились родники, вода из них непременно окажется в устье. Между бассейнами разных рек существует водораздел. В устье какой реки попадет вода того или иного родника — зависит от его положения относительно водораздела. Характеристики начальных состояний и аттракторов системы можно выразить численно; эти числа можно принять за координаты точек, составляющих на координатной плоскости некую фигуру. Оказалось, что и изображения аттракторов, и изображения совокупности начальных состояний этих аттракторов (водосборных бассейнов) во многих случаях имеют вид фракталов.

При построении алгебраического фрактала точка наносится на график не тогда, когда она удовлетворяет уравнению, а тогда, когда она генерирует определенный тип поведения. При этом один из них может представлять собой устойчивое состояние (аттрактор может находиться в заданных пределах комплексной плоскости), а другой — неуправляемое стремление к бесконечности.

Конструирование алгебраических фракталов позволяет моделировать процессы в фазовом пространстве. Фазовое пространство — удобный инструмент изучения аттракторов, которым присуще важнейшее качество — устойчивость. Самые простые аттракторы можно изобразить в фазовом пространстве фиксированными точками и замкнутыми кривыми. Подобные аттракторы описывают поведение таких систем, которые достигли устойчивого состояния или непрерывно себя повторяют.

В фазовом пространстве можно также обозначить начальные условия системы — точку, из которой она стартует. Каждый из аттракторов системы (а их может быть несколько) имеет собственную область начальных условий в фазовом пространстве.

Итак, построение алгебраического фрактала можно рассматривать как исследование поведения нелинейной динамической системы в фазовом пространстве. Итерируемая формула, определяющая вид фрактала, описывает, по существу, поведение точки, т.е. системы в фазовом пространстве. Формула генерирует череду чисел, значения которых отображают траекторию системы. Сам фрактал можно рассматривать как совокупность всех возможных начальных условий системы, из которых она попадет в тот или иной аттрактор. Таким образом, сделав математическое описание взаимодействия ряда факторов системы, можно с высокой долей вероятности предсказывать возможные итоги ее развития. Безусловно, это можно

осуществить лишь с помощью компьютерного эксперимента. Таким образом, создав фрактальную модель объекта, мы можем с высокой точностью выявить и прогнозировать поведение ее реального прототипа, проводя компьютерный эксперимент с фракталом.

### Математическая модель «Менталофрактала»

В ходе наших исследований была разработана математическая модель, описывающая процессы модернизации городской социальной среды и сознания горожан в пореформенной России (по материалам Тамбова).

Рассмотрим плоскость комплексных чисел. Неразрывность мнимой и действительной частей комплексного числа может быть уподоблена неразрывности индивидуального сознания и среды, в которую оно помещено. Поэтому допустим, что  $k$  (откладывается по оси  $y$ ) – выражает некую характеристику индивидуального сознания, а  $d$  (откладывается по оси  $x$ ) – некую характеристику среды. Выражение «некая характеристика» мы наполним определенным содержанием:  $d$  – степень модернизированности среды,  $k$  – степень модернизированности сознания.

Причем значение, равное  $-1$  и  $1$  (и для  $k$ , и для  $d$ ), является границей, отделяющей традиционное среду-сознание от модернизированного. Таким образом, все значения в интервалах  $-1 \leq k \leq 1$  и  $-1 \leq d \leq 1$ , свидетельствуют о доминировании традиционных черт, а все значения  $k < -1$ ,  $k > 1$  и  $d < -1$ ,  $d > 1$  указывают на преобладание модернизированных черт. Чем ближе значения  $k$  и  $d$  к  $0$ , тем выше традиционность.

Здесь необходимо оговорить один важный момент: поскольку шкала традиционного сознания-среды по оси  $x$  и по оси  $y$  заключена в интервале  $[-1; 1]$ , то, соответственно, шкала модернизированного сознания-среды по оси  $x$  и  $y$  должна быть заключена в численно равном промежутке  $-(1; 2], [-2; -1)$ . Необходимо принять в качестве условия, что не существует  $k > 2$  и  $k < -2$ , равно как не существует  $d > 2$  и  $d < -2$ . Иначе говоря, если одна или обе характеристики среды-ысознания выходят за оговоренные пределы ( $-2$  и  $2$ ), то таковых характеристик среды-сознания либо не может быть вообще, либо они не являются интегрированными в систему функциональных связей, в исторический контекст; и в силу этого характеристики такого рода можно не учитывать в данной модели.

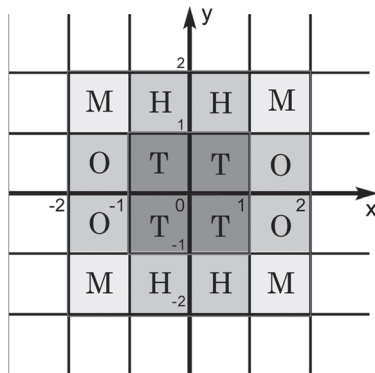


Рис. 3. Области исследуемой комплексной плоскости

Итак, точки данной комплексной плоскости — это сознание, помещенное в среду, и в то же время среда, окружающая сознание. Каждый тип среды-сознания, таким образом, имеет здесь две координаты. Вся совокупность возможных типов помещена в квадрате с координатами диагонали  $(-2;-2)$ ,  $(2;2)$ . Причем в этом квадрате можно выделить несколько областей.

Область «Т» — совокупность людей с традиционным сознанием в традиционной среде.

Область «М» — совокупность людей с модернизированным сознанием в модернизированной среде.

Область «О» («отходник в городе») — совокупность людей с традиционным сознанием в модернизированной среде.

Область «Н» («народник в деревне») — совокупность людей с модернизированным сознанием в традиционной среде (см. рис. 3).

Далее индивидуальный тип среды-сознания мы будем обозначать комплексным числом  $Z$ . Наша задача заключается в том, чтобы математически выразить динамику среды-сознания. Для этого необходимо проанализировать и формализовать те факторы, которые влияют на динамику  $Z_n$ . Одним из таких факторов является влияние на человека его ближайшего окружения — людей со сходными характеристиками среды-сознания. С достаточной точностью этот фактор можно обозначить так же, как  $Z_n$ .

Однако человек взаимодействует не только с себе подобными, но и со средами-сознаниями, которые отличаются по своим характерис-

тикам от его среды-сознания. В пореформенной России имело место определенное смещение социальных пластов, что было вызвано прежде всего процессами урбанизации и сопровождающей их миграцией аграрного населения в города. Это привело к традиционализации среды-сознания городского населения в целом. Для того чтобы отразить этот эффект, необходимо ввести коэффициент аномальной диффузии ( $A$ ), выражающий результат нарушения абсолютной стабильности социальной структуры. Индикатором для определения  $A$  может служить интенсивность миграционных потоков.

Наконец, мы должны учесть такой фактор, как воздействие внешних по отношению к среде-сознанию сил. В пореформенной России существовал фактор, принципиально изменявший среду пребывания людей – государство. Модернизаторская роль государства, его влияние на российское общество общеизвестны. Еще одним внешним фактором выступало общественное сознание, которое было преимущественно традиционализирующим. В нашей математической модели воздействие внешних сил ( $C$ ) выступает как двуединство  $d_c$  (государство) и  $k_c$  (общественное сознание).

Взаимодействие всех указанных факторов на элементарном уровне в краткосрочной перспективе хорошо изучено, поэтому можно выстроить формулу, описывающую их взаимодействие, принимая в расчет геометрический смысл операций с комплексными числами. Иначе говоря, мы знаем, в каком направлении и каким образом должно измениться положение точки на комплексной плоскости (в фазовом пространстве) под воздействием того или иного фактора. Величину этого воздействия рассчитаем на основании изучения индикаторов каждого фактора.

Окончательная формула для итерации выглядит следующим образом:

$$Z_{n+1} = Z_n^2 A + C. \quad (1)$$

Подставляя в эту формулу все новые и новые значения по принципу петлеобразной связи, мы сможем наблюдать перемещение среды-сознания человека в комплексной плоскости, различные области которой обладают различным качественным смыслом. Причем исходные условия существования среды-сознания ( $Z_1$ ) под воздействием факторов, отражённых в итерируемой формуле, порождают некое конечное состояние среды-сознания – например,  $Z_{300}$ .



С помощью итерируемой формулы (1) протестируем всю совокупность точек избранного участка комплексной плоскости, взятых с определенным шагом сетки. Таким образом, выявим аттракторы (и их бассейны) всех возможных типов сред-сознаний.

Возникает вопрос, почему в формуле (1) в одних случаях речь идет о сложении факторов, а в другом — об умножении. Дело в том, что при умножении точка на комплексной плоскости изменяет местоположение в зависимости не только от значения воздействующего фактора, но и от своего исходного значения. При сложении все точки, к которым прибавляется параметр, изменяют свое местоположение на одинаковое расстояние в одном и том же направлении. Если признать, что разница между исходным положением точки и результатом воздействия параметра  $C$  зависит лишь от самого параметра и эта разница одинакова для разных точек, то речь идет о сложении. Это соответствует качественному смыслу влияния общественного сознания и государства, так как под их воздействием все среды-сознания смещаются в одном определенном направлении.

Здесь необходимо внести одну поправку. Параметр  $C$  задает направление и величину перемещения точки. Однако это перемещение должно быть симметрично относительно всех осей координат. В противном случае наличие значений в виде положительных и отрицательных чисел приводит к недопустимым результатам в соответствии с поставленными задачами. Для того чтобы устранить этот эффект и добиться необходимой симметрии, вводят некоторые дополнительные правила.

Поэтому  $C$  — довольно «странный» параметр, поскольку модули его частей постоянны, а знаки могут меняться (в зависимости от того, каким является воздействие государства и общественного сознания: традиционализирующим или модернизирующим). Обратим внимание на специфику смысла значений  $C$ . Дело в том, что модернизационность и традиционность в  $C$  выражены знаками перед частями  $C$ , а модули выражают степень детерминированного знаками качества вне зависимости от того больше эти числа  $I$  или меньше.

## **Описание программы «Менталофрактал»**

На основании данной математической модели разработана программа «Менталофрактал», которая генерирует фрактальные изображения аттракторов, бассейнов аттракторов, фазовых переходов

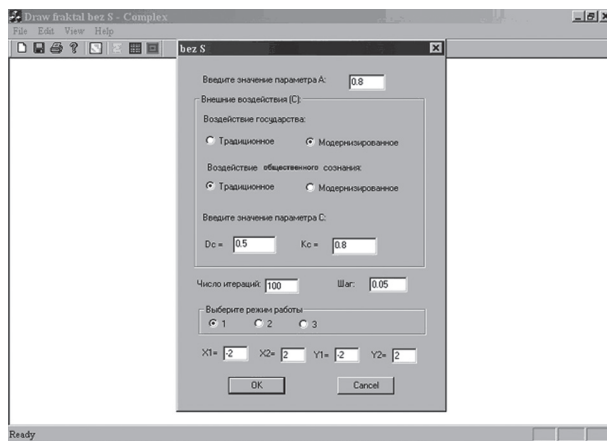


Рис. 4. Окно параметров программы «Менталофрактал»

изучаемых систем в зависимости от вводимых пользователем числовых параметров тех или иных факторов (см. рис. 4).

Пользователь имеет возможность вводить значения  $A$  и  $C$ , число итераций, шаг числовой сетки исследуемой области, координаты самой исследуемой области, а также устанавливать режим работы программы. Первый и третий режимы позволяют вывести на экран бассейны аттракторов, лежащих в пределах  $x \in [-2; 2]$ ,  $y \in [-2; 2]$ . Причем в третьем режиме бассейны окрашиваются в разные цвета в зависимости от того, в какой области лежат аттракторы данных бассейнов.

Черный цвет бассейна — аттракторы стремятся к нулю; розовый — лежат в бесконечности; красный — лежат в области «О»; желтый — аттракторы находятся в области «Н»; зеленый — в области «Т»; голубой — в области «М».

Второй режим работы «Менталофрактала» позволяет вывести на экран изображение расположения аттракторов.

### Определение значений параметров (факторов): параметр $A$

В качестве объекта исследования мы избрали состояние средовых и металлических характеристик Тамбова, а также факторов на них воздействующих, на 1872 г. Этот год принадлежит к периоду модер-

низационного подъёма, когда проявились во всём многообразии эффекты Великих реформ, в том числе городской реформы. Она оказала значительное воздействие на модернизационные процессы в провинциальных городах России и, помимо прочего, в Тамбове, который и является объектом нашего исследования.

Параметр  $A$  определяется как коэффициент аномальной диффузии, выражающий результат нарушения абсолютной стабильности городской социальной структуры. Этот коэффициент в рассматриваемой конкретно-исторической ситуации указывает на число мигрантов из сельской местности, которые привнесли в города традиционную социальную практику и менталитет.

$A$  — это действительное число в интервале  $[0; 2]$ . Все значения  $A > 1$  отражают модернизацию сред-сознаний в результате дестабилизации социальной структуры, а все значения  $A < 1$  выражают традиционализацию сред-сознаний. Соответственно, отсутствие мигрантов следует принять за  $A=1$ ; 100% мигрантов-носителей традиционности в городском населении выражаются как  $A=0$ ; 100% мигрантов-носителей модернизованности — как  $A=2$ .

Наша задача заключается в том, чтобы вычислить процент мигрантов в городе на 1872 г. Однако необходимо учитывать не только количество новоприбывших мигрантов, но и осевших в городе до исследуемой даты, поскольку они также оказывали преимущественно традиционализирующее воздействие на городскую среду. В связи с этим вычисление на основе миграционных потоков представляется проблематичным, тем более с учетом недостатков статистики на 1872 г. Известно, какое количество людей, приписанных к крестьянскому сословию, проживало на территории Тамбова в разные годы. Безусловно, не все «крестьяне по сословию» были мигрантами в первом поколении, но все они являлись проводниками традиционного менталитета и социальных практик.

Если в 1861 г. крестьяне составляли 22,1% населения Тамбова (7445 человек), то в 1897 г. эта цифра увеличилась до 49,7% (23873 человек)\*. Исходя из этих цифр методом наименьших квадратов произведем сглаживание тенденции изменения численности кре-

---

\* Канишев В. В. Изменение сословного состава населения пореформенного Тамбова // 60 лет Тамбовской области. 200 лет Тамбовской губернии. Тамбов, 1997. С. 22.

стьян и определим их долю в городском населении на 1872 г. Получим 30,5%. Переведем эти данные в вышеописанную шкалу. Получим  $A=0,695$ .

### **Определение значений параметров (факторов): параметр $C (d_c ; k_c)$**

Для определения параметра «воздействие государства» ( $d_c$ ) использовался индикатор, основанный на соотношении дел модернизационного и традиционализирующего характера, прошедших через канцелярию губернатора за 1872 г.\* Причем учитывались дела, не только начатые в 1872 г., но и продолжавшиеся в этот период.

Для измерения данного параметра в соответствии с условиями модели принята следующая шкала. Характер воздействия (традиционализирующий или модернизирующий) государства выражен знаками перед значением параметра. Сам модуль значения может колебаться в пределах от 0 до 2. Модуль значения параметра выражает силу воздействия, а не направление (характер). Иначе говоря, если воздействие государства равно 0,2, то это при определенных условиях говорит о незначительном модернизирующем воздействии, а не о сильном традиционализирующем давлении.

Таким образом, наша задача заключается в том, чтобы в общей массе дел канцелярии губернатора определить доли дел модернизационного и традиционализирующего характера. Воздействие государства могло быть разнонаправленным, но воздействия одного характера полностью или частично компенсировали воздействия другого характера. Поэтому разность между долями дел модернизирующих и традиционализирующих будет указывать на силу и направление суммарного воздействия государства на общество (на местном уровне).

В результате подсчетов мы получили следующие данные (см. табл. 1).

Таким образом, модернизационное воздействие государства составило 12,5% от суммарного максимально возможного давления государства на общество. Если перевести эти данные в шкалу от 0 до 2, то 100% следует приравнять к 2 (и то, и другое значения рассматриваются как максимально возможное воздействие). Следовательно, значение параметра «воздействие государства» равно 0,25.

---

\* Источник: Канцелярия тамбовского губернатора (ГАТО. Ф. 4).

Таблица 1

**Расчет значения индикатора «воздействие государства»**

Общее число дел ( $a=b+c+r$ )	129	100%
Число дел нейтрального характера (b)	91	70,50%
Число дел модернизационного характера (c)	27	21%
Число дел традиционализирующего характера (r)	11	8,50%
Сила модернизационного воздействия государства ( $((100(c-r))/a)$ )		12,50%

Аналогично мы можем рассчитать значение параметра «воздействие общественного сознания». Это понятие в данном случае определено нами как активное воздействие менталитета на индивида. Инструментами такого активного воздействия являются социальные инспекции и оценки, т.е. инструменты формирования и поддержания определенных воззрений, принципов мышления и поведения, принимаемых, разделяемых и одобряемых значительной частью общества.

Инспекции и оценки, значимые для индивида, извлечены нами из текстов выступлений гласных городской думы\*. Выбор источника был продиктован тем обстоятельством, что, во-первых, гласные являлись авторитетными представителями городского общества, а во-вторых, не могли не отражать в публичных речах господствующие в обществе требования к личности, ее поведению и т.п. И оценки, и инспекции можно квалифицировать как традиционалистские, модернизирующие или нейтральные по данному критерию.

Причем, несмотря на довольно модернизационный характер деятельности городской Думы как института, мы столкнулись с немалой инерцией традиционного мышления гласных, если речь заходила о частных, личных оценках тех или иных феноменов городской жизни. Подобного рода ситуация лишь на первый взгляд кажется парадоксальной. В действительности традиционные нормы сознания не отмирали в процессе создания модернизационных институтов, а приспособлялись к ним и приспособляли их «под себя». Модернизационный характер деятельности городского самоуправления сочетался с традиционным характером сознания горожан.

\* Источник: Журналы заседаний городской Думы Тамбова за 1872 год.

**Расчет значения индикатора  
«воздействие общественного сознания»**

Общее число оценок и инспекций ( $a=b+c+r$ )	156	100%
Число оценок и инспекций нейтрального характера (b)	48	30,8%
Число оценок и инспекций модернизационного характера (c)	11	7%
Число оценок и инспекций традиционализирующего характера (r)	97	62,2%
Сила традиционализирующего воздействия общественного сознания ( $((100(r-c))/a)$ )		55,2%

Шкала для измерения рассматриваемого параметра определена точно таким же образом, как и для параметра «государственное воздействие».

Рассчитаем доли традиционных и модернизационных оценок и инспекций в их общем объёме. Затем вычислим их разность, установив, в какой степени разнонаправленные воздействия компенсируют друг друга. Общее число оценок и инспекций примем за 100% (или за 2), так как это число выражает максимально возможную силу воздействия общественного сознания по данному индикатору, и вычислим таким образом силу и направление суммарного воздействия исследуемого параметра (см. табл. 2).

Таким образом, традиционализирующее воздействие общественного сознания составило 55,2% от суммарного максимально возможного воздействия общественного сознания на индивида. Если перевести эти данные в шкалу от 0 до 2, значение исследуемого параметра будет равно 1,104.

### **Определение предметной области**

Полученное на основе введенных параметров фрактальное построение представляет собой совокупность бассейнов и аттракторов всех возможных вариантов сочетания различных степеней модернизированности сознания и среды (см. рис. 5).

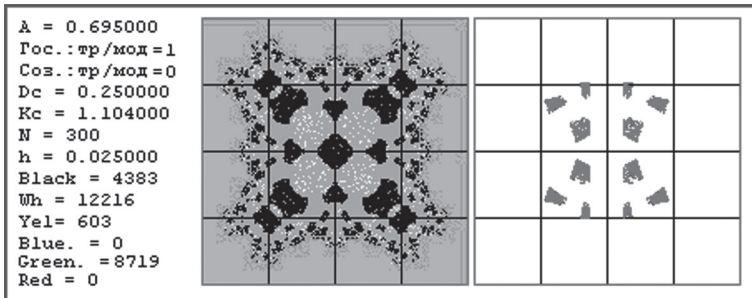


Рис. 5. Общие результаты работы «Менталофрактала» с параметрами 1872 г.

Однако наша задача — исследовать конкретно-историческую проблему, т.е. социум определенного города в определенную эпоху. Иначе говоря, из всей гаммы возможных типов сред-сознаний надо выбрать реально существовавшие в данном городе за исследуемый промежуток времени. Эта выборка в комплексной плоскости в соответствии с условиями модели будет представлять собой определенную зону.

Совершенно очевидно, что город населен людьми, которые в силу разных причин имеют разные характеристики среды-сознания по степени модернизированности. Следовательно, искомая зона не будет представлять собой ни точку, ни линию. Назовем искомую зону предметной областью исследования.

Каким образом можно обнаружить точные координаты предметной области?

Очевидно, что для этого необходимо измерить значение модернизированности среды и сознания исследуемого общества. Иначе говоря, формализовать конкретно-исторический материал. При этом должны получить не одно, а диапазон значений как для характеристики среды, так и для характеристики сознания.

Для измерения указанных характеристик, нужно подобрать индикаторы. Подбор индикаторов связан с определением самих понятий «городская среда» и «сознание горожан».

Говоря о городской среде применительно к Тамбову 1870-х гг., будем подразумевать социальные структуры, взаимодействующие

в едином административно-территориальном образовании, т.е. порождающие, выражаясь марксистским языком, единую политическую надстройку. В этом определении акцент делается на социально-политическом аспекте жизни города, а не на инфраструктурном, культурном, социогрупповом и т.п. Избранный аспект позволяет рассматривать городскую среду как нечто единое.

Соответственно сознание горожан рассматривается не как сознание представителей различных социальных групп или культурно-антропологических типов, а как сознание людей, связанных с общегородской социально-политической жизнью. Это условие является критерием разделения горожан как единой ментальной общности и негорожан, которые хотя и могли проживать в городе, но не были связаны с социально-политическими процессами в нем.

Такие определения среды и сознания позволяют использовать в качестве конкретно-исторического материала факты социально-политической истории города, которые наиболее репрезентативно отражены в документах органов городского самоуправления, образованных после Городской реформы 1870 г. Безусловно, лишь незначительная часть горожан обладала избирательным правом (чуть более 8%), однако органы местного самоуправления являлись внесловными, призванными консолидировать всё городское общество в целом. На практике это означало, что местное самоуправление занималось делами, касающимися не только избирателей, но и всех горожан. Поэтому индикаторы, которые можно выявить и измерить по документам местного самоуправления, корректно отражают уровень модернизованности как городской среды в целом, так и сознания горожан.

Подсчитав соотношения в рамках каждого индикатора модернизованных и традиционных его элементов (доходов, расходов, действий), можно установить численное соотношение модернизованных и традиционных элементов в рамках индикатора. Если принять за крайние значения шкалы соотношения 0% на 100% и, соответственно, 100% на 0% модернизованных и традиционных расходов, доходов и действий, то можно рассчитать точное численное выражение уровня модернизованности по данному индикатору.

Например, возьмем в качестве индикатора модернизованности среды соотношение доходов городского бюджета от сельского хозяйства и торгово-промышленной деятельности. Для модернизованного (индустриального) города нехарактерно занятие горожан



сельским хозяйством. Следовательно, в структуре доходов индустриального города доля доходов от сельского хозяйства должна быть минимальной. Проанализировав структуру доходной части городского бюджета, определим и выразим в конкретном числе реально существовавшее соотношение модернизированных и традиционных городских доходов, что и будет являться одним из индикаторов.

Аналогичным образом можно рассчитать значения индикаторов уровня модернизированности сознания горожан. Например, избрать в качестве индикатора соотношение модернизированных или традиционных экстраординарных расходов, санкционированных городской Думой. Эти затраты интерпретируются как модернизированные или традиционные в зависимости от мотивов, которыми руководствовалась Дума и городские обыватели, инициирующие расходы. Так, городская Дума производила сверхплановые расходы на развитие коммуникаций и в то же время выделяла деньги на водку мешчанам, отличившимся при тушении пожара, на котором присутствовали некоторые гласные городской Думы, заметившие усердие ликвидаторов пожара. Очевидно, что в первом случае проявляются модернизированные мотивы, а во втором — ярко традиционные. Количественное сопоставление подобных случаев позволяет выразить в конкретном числе величину избранного индикатора.

Во многих случаях одни и те же индикаторы применяются для расчета характеристик и среды, и сознания. Это не удивительно, поскольку среда и сознание тесно связаны и часто выражаются в одних и тех же явлениях. Вместе с тем индикаторы степеней модернизированности среды и сознания не всегда идентичны.

Шкала, которой мы пользуемся в соответствии с условиями модели, включает значения от 0 до 2. По этой шкале требуется в одной цифре выразить соотношение традиционных и модернизированных элементов индикатора. При этом продельвается операция, аналогичная подсчету процентов, но не по шкале от 0 до 100% с шагом 1%, а по шкале от 0 до 2 с шагом 0,02.

Несколько слов об источниках, на основе которых исчислялись индикаторы. Во-первых, это журналы заседаний Тамбовской городской Думы за 1872 г. В них отражены, помимо дебатов, обращения жителей, инициативы и отчеты Управы, решения городской Думы и т.п. Иначе говоря, это комплексный источник, максимально полно отразивший деятельность как органов городского самоуправления, так и общества в целом.

Работа с бюджетными индикаторами, рассчитанными по «Росписи доходов и расходов города Тамбова», строилась на следующих соображениях. В расчет принимались планы (бюджет) на 1873 г., поскольку, во-первых, этот бюджет составлялся в 1872 г. и, во-вторых, очевидно, что он формировался из реальных расходов и доходов 1872 г.

Избранная методика предполагает сплошное (а не выборочное) изучение всех модернизационных и традиционных проявлений городской жизни за указанный период, отраженных в репрезентативных источниках. Иначе получившееся соотношение могло бы носить случайный характер. Были изучены без изъятия журналы всех заседаний городской Думы за 1872 г., а также бюджетные документы Тамбова за означенный период.

Для определения степени модернизированности городской среды и сознания горожан на 1872 г. ограничились 21 индикатором (см. табл. 3 и 4).

После расчета значений индикаторов был получен ряд чисел. На основе этого ряда необходимо определить искомые диапазоны значений для характеристики сознания и среды. Иначе говоря, определить предметную область исследования, установить в каких пределах лежали реальные для Тамбова 1872 г. характеристики сознания и среды горожан. Предпочтение было отдано одному из самых простых и эффективных статистических методов — определению среднего значения абсолютных значений отклонений точек данных от среднего (см. табл. 5).

## **Подходы к интерпретации результатов моделирования**

Результаты моделирования представляют собой совокупность огромного множества эффектов, отражающих столь же огромное многообразие исторических ситуаций. Однако перед нами стоит задача качественной интерпретации результатов работы модели в интересующих пределах предметной области и с заданными, исторически реальными значениями факторов (параметров).

В сущности, сам процесс моделирования и заключается в переводе сначала исторического дискурса в математический, а затем формализованных результатов работы программы на язык привычных историкам качественных понятий. Соответственно, для выполнения поставленной задачи необходимо выработать некоторые

Таблица 3

**Индикаторы уровня модернизированности менталитета  
(характеристика сознания) населения Тамбова по данным 1872 г.**

№	Индикатор	Величина индикатора (по источнику)	Шкала: максимум тради- ционности (0)	Шкала: максимум модернизиро- ванности (2)	Величина индикатора (по шкале)
1	Соотношение количе- ства дел традиционного и модернизированного характера, рассмотренных городской Думой (ГД)*	Всего — 97 дел; дел тради- ционного характера — 52; дел модернизированного характера — 45	0% дел мод. ха- рактера (100% трад. характера)	100% дел мод. характера (0% дел трад. характера)	0,928
2	Соотношение количества решений традиционного и модернизированного характера, принятых ГД*	Всего решений — 99; модернизированных реше- ний — 65; традиционных решений — 34	0% решений мо- дернизирован- ного характера	100% решений мод. характера	1,31
3	Соотношение количества обращений граждан в ГД традиционного и модер- низированного характера	Всего обращений — 69; модернизированных обра- щений — 24; традиционных обращений — 45	0% обращений модернизиро- ванного харак- тера	100% обраще- ний мод. харак- тера	0,696
4	Соотношение числа слу- чаев сложения и несло- жения недоимок в объеме обсуждавшихся ГД фак- тов недоимок	Всего обсуждавшихся фак- тов недоимок — 15; случаев сложения недоимок — 4; случаев несложения — 11	100% обсуждав- шихся недои- мок сложены	100% обсуж- давшихся недоимок не сложены	1,467

Знаком «\*» отмечены индикаторы, которые относятся к определению как характеристик сознания, так и характеристик среды.

Продолжение таблицы 3

№	Индикатор	Величина индикатора (по источнику)	Шкала: максимум традиционности (0)	Шкала: максимум модернизированности (2)	Величина индикатора (по шкале)
5	Соотношение числа случаев экстраординарных расходов ГД традиционного и модернизированного характера	Всего число случаев экстраординарных расходов — 8; случаев мод. расходов — 2; случаев trad. расходов — 6	100% случаев экстраорд. расходов носят trad. характер	100% случаев экстраорд. расходов мод. характера	0,5
6	Соотношение числа отказов ГД от экстраординарных расходов традиционного и модернизированного характера	Всего число отказов от экстраординарных расходов — 2; отказов от мод. расходов — 1; отказов от trad. расходов — 1	100% отказных случаев имеют мод. характер	100% отказных случаев trad. характера	1
7	Соотношение числа общественных служащих, находящихся на своих постах и подавших прошение об увольнении по trad. мотивам.	Общее число общественных служащих — 15; остающихся на постах — 6; уволившихся по trad. мотивам — 8	100% обществ. служащих уволились по trad. мотивам	100% обществ. служащих остались на своих постах	0,8
8	Соотношение (в общем числе спорных дел ГД с губ. администрацией) дел, по которым поданы жалобы ГД в Сенат, с делами, оставленными на усмотрение губ. администрации	Общее число спорных дел ГД с губ. адм. — 14; число дел, по которым поданы жалобы ГД в Сенат, — 6; число дел, оставленных на усмотрение губ. администрации — 8	100% спорных дел оставлены ГД на усмотрение губ. администрации	по 100% спорных дел ГД жаловалась на губ. администрацию в Сенат	0,857

Окончание таблицы 3

№	Индикатор	Величина индикатора (по источнику)	Шкала: максимум традиционности (0)	Шкала: максимум модернизированности (2)	Величина индикатора (по шкале)
9	Соотношение фактов возвращения и невозвращения в казну города общественных средств, полученных жителями незаконно, в общем числе обнаруженных сумм.	Все факты несанкционированного присвоения жителями общественных средств, обнаруженные ГД, — 4; факты возвращения средств — 1; факты невозвращения средств — 3	в 100% случаев суммы не возвращены	в 100% случаев суммы возвращены	0,5
10	Соотношение расходов городского бюджета, носящих модернизированный и традиционный характер*	Все городские расходы — 83414 руб.; гор., собственные мод. обществу, — 59640 руб.; гор. расходы, собственные trad. обществу, — 23774 руб.	100% расходов традиционного характера	100% расходов мод. характера	1,43
11	Соотношение в городском бюджете расходов на полицию и расходов на образование*	Общая сумма расходов на полицию и образование — 24098 руб.; расходы на полицию — 17198 руб.; расходы на образование — 6900 руб.	100% расходов на полицию	100% расходов на образование	0,573
12	Соотношение сумм по новым статьям расходов модернизированного и традиционного характера*	Общая сумма по вновь появившимся статьям — 3026 руб.; мод. расходов — 2006 руб.; trad. расходов — 1020 руб.	100% традиционных расходов по новым статьям	100% мод. расходов по новым статьям	1,326

**Индикаторы уровня модернизованности  
среды Тамбова по данным 1872 г.**

№	Индикатор	Величина индикатора (по источнику)	Шкала: максимум тради- ционности (0)	Шкала: максимум мо- дернизиро- ванности (2)	Величина индикатора (по шкале)
1	Соотношение количества дел град. и мод. характера, рассмотренных ГД*	Всего — 97 дел; дел град. характера — 52; дел мод. характера — 45	0% дел мод. характера (100% град. характера)	100% дел мод. характера (0% дел град. характера)	0,928
2	Соотношение количества решений град. и мод. характера, принятых ГД*	Всего решений — 99; мод. решений — 65; град. решений — 34	0 % решений мод. хар-ра	100% решений мод. характера	1,31
3	Соотношение сумм экстраорд. расходов ГД град. и мод. характера	Всего экстраорд. расходов — 2390 руб.; мод. расходов — 1800 руб.; град. расходов — 590 руб.	100% сумм экстраорд. расходов град. характера	100% сумм экстраорд. расходов носят мод. характер	1,506
4	Соотношение сумм отказов ГД от экстраорд. расходов град. и мод. хар-ра	Всего отказов от экстраорд. расходов — 2550 руб.; отказов от мод. расходов — 1420 руб.; отказов от град. расходов — 1130 руб.	100% отказных сумм имеют мод. характер	100% отказных сумм имеют град. характер	0,886

Знаком «\*» отмечены индикаторы, которые относятся к определению как характеристик сознания, так и характеристик среды.

Окончание таблицы 4

№	Индикатор	Величина индикатора (по источнику)	Шкала: максимум традиционности (0)	Шкала: максимум модернизированности (2)	Величина индикатора (по шкале)
5	Соотношение сумм, возвращенных и невозвращенных в казну города.	Общественные средства, несанкционированно при- своенные жителями — 6170 р.; возвр. суммы — 1300 р.; невозвр. суммы — 4870 р.	100% сумм не возвращены	100% сумм возвращены	0,421
6	Соотношение городских доходов от торговых-промышленной деятельности и доходов от сельского хозяйства	Все гор. доходы — 85504 р.; городские доходы от торг.-пром. деятельно- сти — 70431 р.; гор. доходы от с/х. — 15073 р.	100% доходов от сельского хозяйства	100% доходов от торгово- промышленной деятельности	1,647
7	Соотношение расходов городского бюджета, несущих мод. и trad. характер*	Все гор. расходы — 83414 руб.; мод. гор. расходы — 59640 руб.; trad. гор. рас- ходы — 23774 руб.	100% расходов trad. характера	100% расходов мод. характера	1,43
8	Соотношение в городском бюджете расходов на полицию и расходов на образование*	Общая сумма расходов на полицию и образова- ние — 24098 руб.; расходы на полицию — 17198 руб.; расходы на обр. — 6900 руб.	100% расходов на полицию	100% расходов на образование	0,573
9	Соотношение сумм по новым статьям расходов мод. и trad. характера*	Общая сумма по вновь по- явившимся статьям — 3026 руб.; расходов мод. харак- тера — 2006 руб.; расходов trad. характера — 1020 руб.	100% trad. расходов по новым статьям	100% мод. расходов по новым статьям	1,326

**Расчет значений предметной области**

Среднее арифметическое значений индикаторов модернизированности сознания	0,948916667
Среднее абсолютных значений отклонений точек данных от среднего	0,298069444
Минимальное значение предметной области (по оси «характеристика сознания»)	0,650847222
Максимальное значение предметной области (по оси «характеристика сознания»)	1,246986111
Среднее арифметическое значение индикаторов модернизированности среды	1,114111111
Среднее абсолютных значений отклонений точек данных от среднего	0,366320988
Минимальное значение предметной области (по оси «характеристика среды»)	0,747790123
Максимальное значение предметной области (по оси «характеристика среды»)	1,480432099

представления о том, какие исторические феномены скрываются под теми или иными формами итоговых данных моделирования, т.е. составить словарь основных (или хотя бы некоторых) понятий, связывающих математическую модель с историческим дискурсом. Для этого рассмотрим некоторые типичные явления, возникающие в модели в ходе компьютерных экспериментов.

Отметим, что изученные явления не исчерпывают всего многообразия результатов моделирования, поскольку все комбинации факторов и параметров (даже при умеренно большой величине интервала изменения вводимых величин) могут исчисляться сотнями тысяч. Также необходимо обратить внимание, что изучение бассейнов разнообразных аттракторов развития среды-сознания происходит в совокупности с анализом расположения самих аттракторов.

1. При максимальных и минимальных (или близких к максимальным и минимальным) значениях параметров на всем пространстве комплексной плоскости результаты моделирования демонстрируют высокую детерминированность перспектив развития сознания и среды в аттракторах, находящихся в бесконечности или в нуле. Подобное явление указывает на перспективы трансформации среды-сознания



при максимальных и минимальных значениях параметров в сверхтрадиционное или же сверхмодернизированное качественное состояние, которое не может быть проанализировано в рамках данной математической модели.

При минимальных значениях параметров рисунок бассейна обычно представляет собой близкий к очертаниям шара фрактал, внутренняя часть которого тяготеет к абсолютно традиционному итогу, а внешняя — к абсолютно модернизированному. Общество в этом случае (равно как и при максимальном значении параметров, когда фрактальное изображение отсутствует) в соответствии с условиями модели не интегрировано, слишком поляризовано, чтобы нормально функционировать. Шарообразная форма фрактала также легко объяснима: низкие значения факторов приводят к высокой степени детерминированности аттракторов начальными условиями (т.е. исходными координатами точек). Иначе говоря, точки начальных состояний, расположенные вокруг нуля, имеют аттракторы в нуле; все остальные точки — в бесконечности.

2. Рост значений факторов приводит к диверсификации, к усложнению общества: внутри фрактала бассейнов обозначаются различные области, которые первоначально весьма упорядочены. Это означает, что разные группы населения имеют разные перспективы развития окружающей их социальной среды и менталитета. В целом это не свидетельствует о том, что общество дезинтегрируется, качественно трансформируется, поскольку диверсификация изначально порождает комплиментарность социальных элементов, а затем уже — распад.

Появление разноокрашенных областей бассейнов соответствует на плоскости аттракторов явлению, которое мы назвали первым взрывом аттракторов. Дело в том, что изначально лежащие около нуля (в зоне «Т») четыре аттрактора разлетаются на несколько частей, движущихся при возрастании факторов в разные стороны — и по направлению к границам, и по направлению к нулю. Первый взрыв аттракторов пока еще не свидетельствует о социальном хаосе, поскольку в каждом скоплении аттракторов после второго взрыва компактно заключено множество аттракторов, или, во всяком случае, множество аттракторов лежат в незначительном удалении друг от друга. Это свидетельствует о том, что отдельные социальные сообщества сохраняют ту или иную степень общности «социальной судьбы» и эволюционируют в той или иной мере консолидированно.

3. Обратим внимание, что взрывы аттракторов являются фазовыми переходами, когда незначительное изменение значений факторов приводит к качественной трансформации системы.

4. Второй взрыв аттракторов происходит при дальнейшем увеличении значений факторов и представляет собой начало разрушения существующих социальных институтов и связанных с ними социальных практик и норм мышления, поскольку консолидированные в той или иной мере аттракторы, образующие осколки первого взрыва, разлетаются на отдельные точки. В этом случае каждая точка плоскости бассейнов имеет собственный аттрактор или представляет совокупность крайне незначительного их числа, что означает, что люди разных типов сознания среды утрачивают комплиментарность.

На плоскости бассейнов второй взрыв аттракторов сопровождается появлением хаоса в структуре фрактала: сначала нарушается четкая структура разноокрашенных областей фрактала бассейнов, затем появляются рассеянные области притяжения к нулю и в бесконечность и, наконец, постепенно исчезает сам фрактал, что также свидетельствует о распаде прежде существовавшего социума со свойствами для него характеристиками среды-сознания. Безусловно, речь идет о распаде лишь в рамках рассматриваемой модели и не более того. Модель в данном случае не учитывает факторы, удерживающие социум и способствующие переходу от стремительного распада к постепенной трансформации.

В этой связи особенно важно подчеркнуть, что привлечение новых факторов позволяет обнаружить те из них, которые препятствуют социальным катаклизмам, революциям, деградации социума. Таким образом, математическое моделирование дает возможность сопоставлять различные факторы, анализируя их различные сочетания. На основе этого анализа можно выявить исторические явления и факты, способствующие консолидации или эрозии существовавшего конкретно-исторического социума, и даже определить сравнительную степень их влияния на процессы консолидации и эрозии.

5. При определенных комбинациях значений факторов существуют периоды стабильности, когда даже существенное изменение значений не приводит к качественному изменению системы. Напротив, при некоторых иных значениях система находится в состоянии фазового перехода, когда малое изменение факторов приводит к принципиальному изменению системы – обычно в виде первого или второго взрыва аттракторов. Подобные эффекты соответствуют

представлениям о сложности исторического процесса, о возможности больших последствий воздействия малых причин, равно как и о возможности существования в исторической реальности процессов долговременных, детерминированных и предсказуемых.

6. Чем большее числовое значение имеют факторы (чем сильнее их воздействие на систему), тем сложнее рисунок бассейнов (сложнее социальный организм), тем короче промежутки стабильности и тем более вероятен фазовый переход (данное наблюдение не относится к максималным или близким к максималным значениям факторов). Если факторы, воздействующие на общество, очень велики, любое нарушение баланса факторов чревато значительными последствиями. Напротив, при малых внешних влияниях колоссальная внутренняя инерция социума гасит внешние импульсы, возникающие в результате разбалансировки внешних воздействующих факторов.

Диверсифицированность развития сред-сознания, порождающая сложность и эффективность социума, постепенно ведет к накоплению дезфункциональности, подобно тому как взросление человека в конце концов становится старением.

7. Диверсифицированность социума в промежутке между первым и вторым взрывами аттракторов уменьшает зависимость аттракторов социальной эволюции среды-сознания индивида от начальных условий. Ведь даже незначительное изменение начальных условий эволюции индивида в сложноорганизованном обществе ведет к смене аттракторов. Причем в состоянии хаоса требуется еще менее незначительное изменение начальных условий, чтобы сменить аттрактор. Однако в первом случае мы имеем дело лишь с поливариантностью социальных перспектив в сложноорганизованном социуме, а во втором случае — с распадом социума, его перерождением, которое связано с уничтожением существовавших социальных структур и характерных для них социальных практик и норм мышления, когда эволюция среды-сознания одного типа уже не происходит синхронно и комплиментарно с аналогичной эволюцией других типов сред-сознаний.

## **Интерпретации результатов моделирования в статике**

1. Анализ предметной области при реальных значениях факторов (параметров модели) показывает, что в целом городская среда и ха-

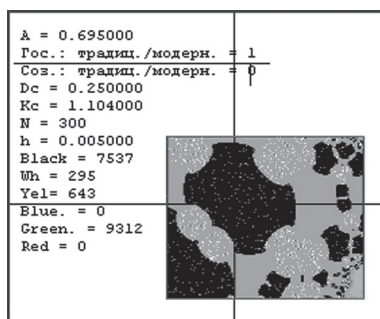


Рис. 6. Предметная область с параметрами 1872 г.

рактерные для нее типы сознания носили традиционный характер (см. рис. 6).

Добавим, что в рамках данной модели тамбовское городское общество не имело шансов консолидированно эволюционировать к аттрактору в зоне «М». При рассмотренных значениях параметров аттракторы находятся в других зонах — в зоне «Т» (большая часть) и в зоне «Н» (меньшая часть).

Итак, при реально существовавших и учтенных в модели факторах тамбовское общество не могло в перспективе успешно реализовать модернизационный проект. Поэтому ответ на модернизационное давление государства не принял характера плавного дрейфа к светлому модернизированному будущему. Иначе говоря, модернизационное давление государства не ликвидировало воздействия традиционализирующих факторов — приток мигрантов в городскую среду и традиционализирующее воздействие общественного сознания.

2. Существенная часть начальных условий в плоскости бассейнов окрашена в черный цвет. Это означает, что данные области притягиваются к нулю — стремятся к сверхтрадиционному состоянию. Причем «черные области» относительно консолидированы и малорассеяны: они образуют фрактальные структуры, малорассеченные в центре и более рассеченные на периферии. Имея подобного рода фрактальный характер, «черные области» пронизывают все сегменты предметной области, не растворяясь в зеленом («Т») бассейне. Фактически это свидетельствует о наличии в городской среде типа среды-сознания, который не вписан даже в господствующий в городе традиционный тип. Следует предположить, что это локальные, зам-

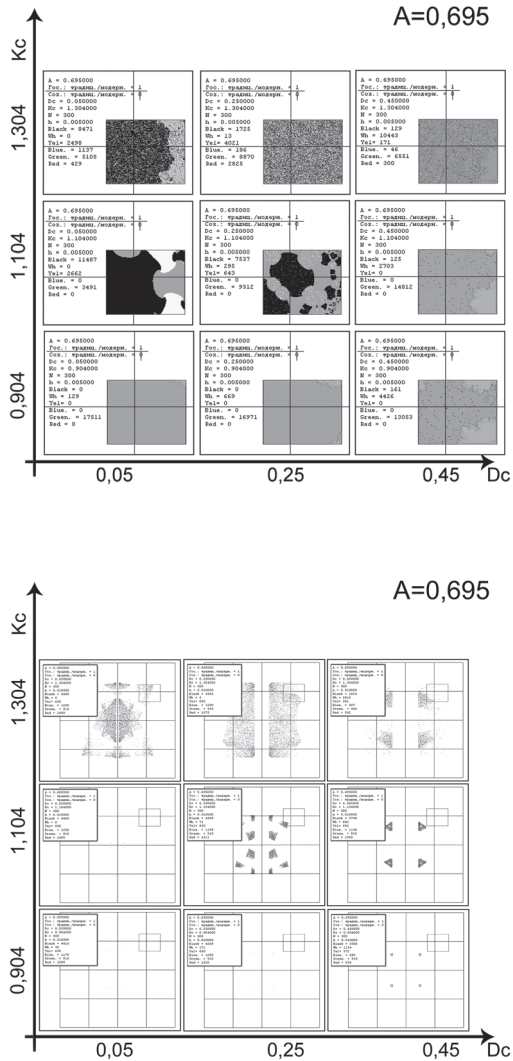


Рис. 7. Динамика результатов работы «Менталофрактала» при изменении некоторых параметров ( $d_c$ ;  $k_c$ )

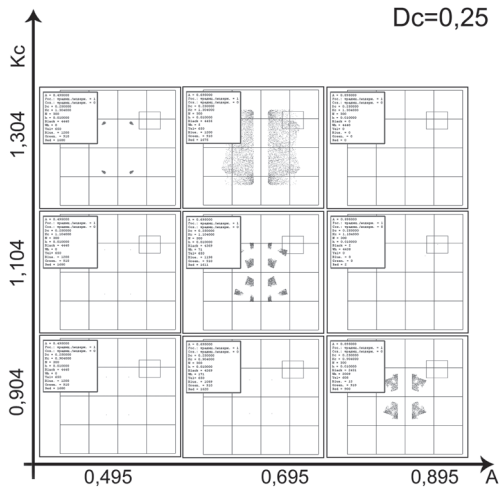
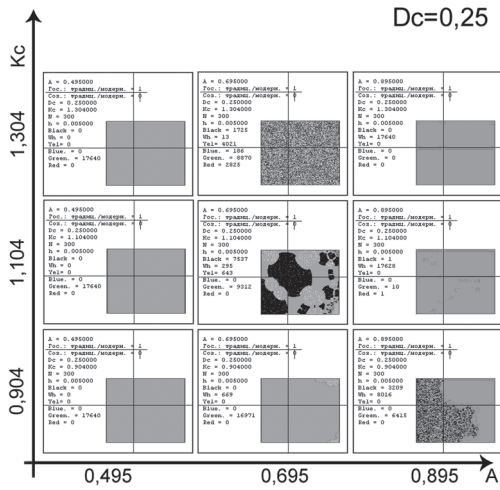


Рис. 8. Динамика результатов работы «Менталофрактала» при изменении некоторых параметров ( $A$ ;  $k_c$ )

кнутые и самовоспроизводящиеся социальные феномены — будь то общества мигрантов, жителей сельскохозяйственных слобод и т.п., которые даже относительно традиционными современниками-горожанами рассматривались как чуждые городской среде элементы — «мужички!».

И все же внутри «черных областей» рассеяны довольно редкие зеленые точки, что свидетельствует об определенной (хотя и незначительной) инфильтрации более модернизированных норм мышления и социальных практик.

3. Самый незначительный по площади и в то же время самый однородный и консолидированный бассейн — «розовая зона» (типы сред-сознаний, аттракторы которых лежат в бесконечности). Во всяком обществе существует тип людей, сознание и социальные практики которых настолько инновационны, что не совместимы с господствующими представлениями.

4. В «зеленой зоне» традиционного городского населения рассеяны желтые точки — начальные условия, имеющие аттрактор в зоне «Н» («народник в деревне» — модернизированное сознание в традиционной среде). Обратим внимание, что «желтые очаги» не консолидированы и не многочисленны, но свидетельствуют об успехах модернизации сознания определенной части социума.

## **Интерпретации результатов моделирования в динамике**

Итак, нами рассмотрен статический срез структуры предметной области при фиксированных, реальных, значениях параметров. Для того чтобы проанализировать более глубоко смысл этой структуры, необходимо поместить ее в контекст иных срезов с комбинациями значений параметров, близких к реальным. Для этого изучим срезы, в которых  $A$ ,  $d_c$  и  $k_c$  принимают значения  $\pm 0,2$  от реальных величин. Результаты сравнительного изучения этих срезов представлены на рисунках 7 и 8.

Исходя из совокупности полученных результатов, можно сделать следующие наблюдения.

1. При увеличении модернизирующего воздействия государства и фиксации двух других параметров модели происходит диалектическая консолидация аттракторов; т.е. аттракторы собираются в относительно компактные скопления после фазы некоторого разлета (см. рис. 7). Иначе говоря, социум, в конечном счете, унифицируется

под воздействием государства — уменьшается число вариантов социальных перспектив. Модернизационный нажим государства вызвал дестабилизацию существующего социального организма, а затем его консолидацию в новом качественном состоянии. Причем, модернизационный нажим способствовал распылению как черных, так и желтых зон, т.е. зон, относительно противопоставленных по своим характеристикам. Таким образом, государство способствовало не просто консолидации социума, а консолидации его на том уровне, который является исторически возможным, т.е. соответствующим модернизационным возможностям общества. При увеличении модернизационного нажима государства архаичные сверхтрадиционные слои и слои, принадлежащие к типу «народник в деревне», сплавляются в относительно гомогенную общность, традиционную по своим характеристикам, но не имеющую перспектив архаизации. Если посмотреть на схему аттракторов (см. рис. 7), то можно обнаружить, что в рассматриваемой перспективе аттракторы расположены ближе к модернизированной зоне, нежели к нулю. Уменьшение числа индивидов типа «народник в деревне» может быть связано как с преследованием государством революционно настроенных подданных, так и с удовлетворением их модернизационных амбиций государственной политикой реформ. Плоскость аттракторов с реальными параметрами (см. рис. 7) можно рассматривать как начало или завершение фазы консолидации аттракторов в зависимости от того, идет ли речь об увеличении или уменьшении модернизационного нажима. Так или иначе, введение реальных параметров дает результаты, близкие к фазовому переходу (взрыву аттракторов). Это лишний раз свидетельствует, что избранный для демонстрации возможностей модели 1872 г. был включен в хронологическую границу, разделяющую разные исторические этапы.

2. Проследим динамику традиционализирующего воздействия общественного сознания при фиксированных реальных значениях других двух параметров (см. рис. 8). Увеличение традиционализирующего воздействия вызывает взрыв аттракторов. Причем после первого взрыва относительно гомогенный социум диверсифицируется, а затем на следующем этапе распадается — происходит второй взрыв аттракторов. После второго взрыва аттракторов внутренняя структура фрактала бассейнов исчезает в хаотичном смешении очагов всех цветов. Впервые появляются тип «отходник в городе» — традиционное сознание в модернизированной среде — и тип «М» — модерни-



зированной сознание в модернизированной среде. Появление этих типов следует рассматривать не как логичное следствие модернизации, а как болезненную реакцию на традиционализацию. Социум в прежних своих формах атомизируется: гомогенная однородность превращается в гомогенизированную разнородность. Это стартовые условия для формирования общества нового типа, которые могут быть охарактеризованы как маргинализация социума. Напомним, что смешение бассейнов разных цветов означает ситуацию, в которой социальные перспективы индивида могут быстро и принципиально измениться в результате крайне незначительного изменения условий его существования. (Точка может легко перейти из одного бассейна в другой, если они слишком рассечены.) Разрыхление гомогенных цветовых бассейнов может быть интерпретировано как маргинализация социума.

Если верхи не в состоянии увеличивать силу модернизационного нажима, а реакционность общественного сознания нарастает, то модернизационные потребности общества проявляются в патологических формах: вопреки, а не в рамках существующих социальных институтов. Причем второй взрыв аттракторов и распад социума в его прежних формах происходит при меньших значениях  $k_c$ , чем значения  $A$  (чем меньше сельских мигрантов в городе). Это вполне объяснимо, так как высокая миграция из села, т.е. усиление традиционности уклада городской жизни снижает модернизационные потребности социума до тех пор, пока мигранты не переплавятся в пролетариат.

В представленной модели «менталофрактала» между историко-социологическими представлениями о модернизационно-традиционалистском противоборстве и изображением, выражающим это противоборство графически, находится строгая математическая процедура. Так качественный анализ ситуации преобразуется в математическую модель, а с ее помощью продуцируется весьма точная метафора ситуации, соответствующая качественным данным.

С помощью нашей модели были получены данные, совпадающие с результатами исследований социальной истории пореформенной России. Это означает, что модель действительно является весьма точным приближением к исторически существовавшей социальной системе.

Компьютерное моделирование позволяет использовать достижения исторической науки в отраслях знания, изучающих современное общество и перспективы его развития. Модель — это своего

рода матрица взаимодействия различных факторов. Параметры этих факторов с некоторыми ограничениями могут быть заданы, исходя из современного состояния социальных систем.

История дает представление не просто о динамике социальных систем, но и о результатах таковой динамики. Это позволяет верифицировать модели, созданные на историческом материале. Если итоги их работы совпадают с реально имевшими место, то со значительной долей уверенности мы можем утверждать, что взаимодействие исторических факторов в данных моделях отражено верно. Следовательно, как уже отмечалось, эти модели можно использовать для анализа аналогичных современных или потенциально возможных ситуаций.

### **Библиографический список**

- Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. Ижевск, 2001.
- Глейк Дж. Хаос: Создание новой науки. СПб., 2001.
- Жирков В.В. Фракталы // Соросовский образовательный журнал. Математика. 1996. № 12. С. 109–117 ([http://www.issep.rssi.ru/sej\\_str/ST206.htm](http://www.issep.rssi.ru/sej_str/ST206.htm) Internet-версия журнала).
- Канищев В.В. Изменение сословного состава населения пореформенного Тамбова // 60 лет Тамбовской области. 200 лет Тамбовской губернии. Тамбов, 1997.
- Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М., 2002. 656 с.
- Математические модели социальных систем. Омск, 2000. 256 с.
- Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов. Нижний Новгород, 1999. 140 с.
- Пайтген Х.-О., Рихтер П.Х. Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем. М., 1993.
- Ричард М. Кроновер. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М., 2000.
- Федер Е. Фракталы: пер. с англ. М., 1991. 254 с.
- Шредер М. Фракталы. Хаос. Степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. М., 2001.
- Шабаршин А.А. Введение во фракталы ([http://www.getinfo.ru/print182\\_0.html](http://www.getinfo.ru/print182_0.html) «GetInfo.Ru — Компьютерная библиотека»)
- Frame, M.L. & Mandelbrot, B.B. Fractals, Graphics and Mathematical Education. Washington DC: Mathematical Association of America & Cambridge UK: The University Press, 2002. <http://www.math.yale.edu/mandelbrot/webbooks/> —

### *Моделирование динамики средовых и ментальных...*

---

собрание электронных книг, размещенных на персональном сайте Б. Мандельброта).

Kenneth Falconer. Fractal Geometry. Mathematical foundations and applications. John Wiley & Sons, 2nd Edition, 2003.

O'Connor, J.J. & Robertson E.F. Benoit Mandelbrot // <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Mandelbrot.html> (на сайте Школы математики и статистики университета св. Эндрюса, Шотландия).

*А.С. Малков, Г.Г. Малинецкий, Д.С. Чернавский*

## **О математическом моделировании исторических процессов: аграрные общества\***

### **Введение**

Использование математических методов для анализа социальных систем в настоящее время уже прочно вошло в исследовательскую практику, прежде всего в области экономики. Однако, несмотря на то, что еще со времен Ньютона и Галилея философы и ученые рассуждают о необходимости применения точных методов для описания общества, математическая теория социальных систем все еще не может нащупать прочную основу. Проблема многокомпонентности и многофакторности социальной динамики серьезно затрудняет выделение базовых взаимосвязей, а недоступность эксперимента и уникальность отдельных явлений требуют качественно новых методов для изучения социальных систем.

Одним из возможных подходов к пониманию сущности динамики общества является обращение в прошлое, к историческим событиям. Такой подход, с одной стороны, позволяет иметь дело с более простыми системами – предыдущими стадиями современного общества, с другой, — дает эмпирическую базу для анализа и по-

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 05-06-80237, 06-06-80503).

иска закономерностей. Данная идея была взята на вооружение многими известными историками и экономистами. К ним можно отнести: Фернана Броделя (1986), деятельного представителя школы «Анналов», стремившегося превратить историю в социальную науку и считавшего, что историки должны стремиться не просто к пересказу отдельных событий, но к их анализу и выявлению законов; Нобелевского лауреата 1971 г. по экономике Саймона Кузнеца (Kuznets, 1946, 1960), уделявшего пристальное внимание проблемам экономического роста на столетнем масштабе и применению точных математических и статистических методов; Нобелевских лауреатов 1993 г. Роберта Фогеля и Дугласа Норта (Fogel and Engerman, 1971; North, 1961), основателей «клиометрии» — количественной истории и многих других исследователей.

В России наиболее значимые работы в этой области принадлежат академику Н.Н. Моисееву (1979), член.-корр. РАН Ю.Н. Павловскому (Гусейнова, Устинов, Павловский, 1984), проф. Л. И. Бородкину (1999; Бородкин, Владимирова, Гарскова, 2003; Андреев и др., 2001). Особую научную программу по созданию исторической механики выдвинули в 1997 г. С.П. Капица, С.П. Курдюмов и Г.Г. Малинецкий.

Одной из сложностей подхода к истории как к закономерному процессу является специфика, связанная с ее восприятием. Исследователи имеют дело с историческими документами, которые прежде всего относятся к описанию отдельных событий и деяний выдающихся личностей. Тогда как интегральные процессы и тенденции в документах явно не выражаются и требуют большого труда для выявления. Это приводит к тому, что сама история как процесс часто воспринимается исключительно как череда непредсказуемых случайностей и событий, свершений отдельных людей, возвеличивающих или приводящих в упадок огромные государства. Такое интуитивное восприятие истории значительно затрудняет подход к ней как к закономерному процессу. Близкой проблемой является и другое, связанное с нашим восприятием явление: если описание физических процессов на макроуровне для нас вполне доступно и интуитивно понятно, так как в нашей повседневной жизни мы сталкиваемся именно с макроскопическими физическими объектами, а не с микромиром, то для социальных систем ситуация обратная — мы сами находимся на микроуровне и наша повседневная практика настойчиво указывает нам на неустойчивость, непредсказуемость траекторий отдельных индивидуумов, тогда как макроуровень остается для нас недоступным и непонятным. Тем не менее

наличие четких исторических закономерностей все более осознается исследователями.

К числу подобных достижений относятся работы по выявлению и моделированию социально-демографических циклов в аграрных обществах. С.А. Нефедову (1999–2003, 2005; Komlos and Nefedov, 2002; Nefedov, 2004) удалось выделить более 50 циклов в истории древнего и средневекового Востока. Он сумел показать, что циклы для аграрных обществ являются универсальным механизмом, имеют вполне определенные амплитудно-частотные характеристики и сопровождаются вполне четкими и закономерными событиями, которые хотя и реализуются несколько по-разному в каждом конкретном случае для каждого конкретного государства, но имеют единую универсальную сущность. Не менее фундаментальными работами являются труды С.Ю. Малкова и его коллег (Малков 2002–2004; Малков, Ковалев, Малков, 2000; Малков и др., 2002; С. Малков, А. Малков, 2000; Малков, Сергеев, 2002, 2004а–б; Малков, Селунская, Сергеев, 2005) и П.В. Турчина (Turchin, 2003, 2005а–б; Turchin and Korotayev, 2006), выступающих за создание специальной дисциплины, изучающей историческую динамику,\* и предлагающих базовые модели различных исторических процессов (см. также: Коротаев, Малков, Халтурина, 2006; Коротаев, Комарова, Халтурина, 2006).

Действительно, при взгляде на более простые, нежели нынешние, аграрные общества, гораздо четче прорисовываются основные черты возможной социальной теории. Аграрные общества доминировали в мировой истории с начала нашей эры практически до XX в. Они были гораздо более замкнутыми и устойчивыми, их динамика была гораздо более закономерна, нежели современные бурные и, по сути, переходные процессы. Такие общества, с одной стороны, менее сложны, чем нынешнее общество, а с другой — достаточно хорошо задокументированы, чтобы говорить о поиске законов их развития с опорой на модели и статистические данные.

## **Теоретический анализ**

Анализ структуры аграрных обществ позволяет выделить следующую схему их функционирования и взаимодействия (см. рис. 1).

---

\* П.В. Турчин предлагает называть эту дисциплину «клиодинамикой».

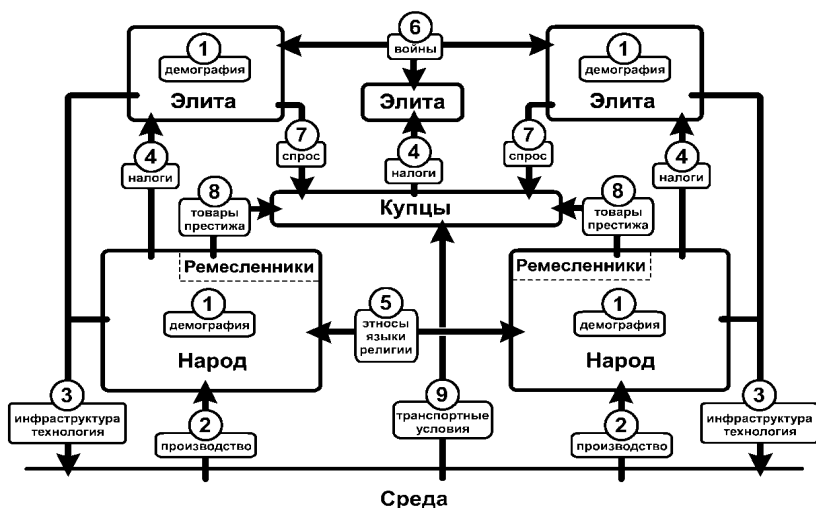


Рис. 1. Обобщенная схема функционирования и взаимодействия аграрных обществ

Считается, что население аграрных обществ состоит из *элиты*, выполняющей административные и военные функции, и *народа* — подавляющей части населения, занимающейся прежде всего аграрным производством. В представленной схеме учитывается наличие кочевых обществ, обеспечивающих транзитную торговлю между крупными аграрными государствами. Наиболее важными социальными слоями этих обществ являются купцы и военно-административная элита, облагающая налогами транзит товаров. Основную массу товаров международной торговли составляют товары престижа (предметы роскоши), спрос на которые поддерживается элитами аграрных государств. Ввиду самодостаточности натурального аграрного хозяйства международная торговля ресурсами может не приниматься во внимание, тогда как торговля предметами престижа играет важнейшую роль, прежде всего для государств, осуществляющих эту торговлю.

Для описания и взаимодействия аграрных государств имеют важное значение следующие факторы, отраженные на рисунке 1:

*Демография.* Важную роль для описания аграрных обществ играет демографическая динамика как народа, так и элиты. Перенаселение часто приводит к голоду, крупным социальным кризисам, войнам, эпидемиям и т.п. В этой связи важно уметь описывать демографическую динамику с учетом влияющих на нее факторов.

*Аграрное производство.* Это основной вид производства аграрной империи. От наличия или отсутствия излишков продовольствия зависит и демографическая динамика, и сила государства, и преуспевание городов, торговли и ремесел.

*Инфраструктура и технологии.* Урожайность территории зависит не только от природных условий, но и от антропогенного влияния. Большую роль играет создаваемая и поддерживаемая государством инфраструктура, а также используемые в хозяйстве технологии.

*Налоги.* Сила государства и преуспевание элиты серьезно зависят от сбора налогов — изъятия части произведенного продукта в пользу поддержки бюрократии, армии, высококвалифицированных ремесленников и международной торговли товарами престижа.

*Этнические, языковые и религиозные взаимодействия.* Горизонтальные связи между различными государствами осуществляются как на уровне народа, так и на уровне элит. Для народа характерны этнические, языковые и религиозные взаимодействия, играющие важную роль при разделении на «своих» и «чужих». Отдельное значение представляет явление этнической диаспоры, выполняющей отдельные специализированные социальные функции.

*Войны.* Военные действия в аграрных обществах ведутся в первую очередь между элитами за передел сфер контроля над плодородными землями и транспортными потоками, приносящими ресурс в виде налогов. В аграрных обществах нередко элита и народ принадлежат к разным национальным группам, в связи с этим военная динамика часто мало связана с динамикой на уровне основного населения — этнической, языковой и т.п.

*Спрос на товары престижа.* Для поддержания своего статуса для элиты особую важность представляют предметы престижа. Немалую долю собираемых налогов элита тратит на приобретение этих престижных товаров, косвенным образом поддерживая часть населения, занимающегося торговлей и высококвалифицированным ремеслом.

*Производство товаров престижа.* Производством товаров престижа занимается достаточно узкая часть населения, состоящая



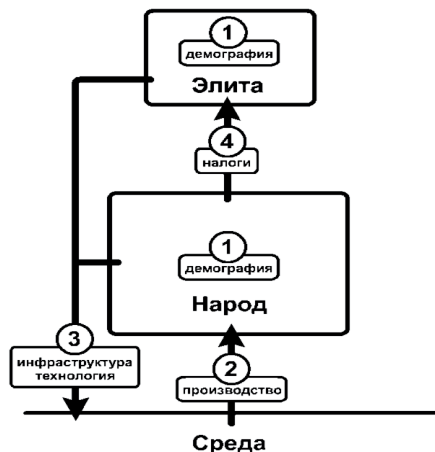


Рис. 2. Вертикальные связи

из высококвалифицированных ремесленников. Эта часть получает относительно большой ресурс, однако полностью зависит от спроса на свою продукцию. Ввиду высокой стоимости товаров престижа, а также их относительно малого веса, можно говорить об относительно малых издержках на их перевозку. Это значит, что рынок товаров престижа охватывает большие пространства, и элиты других, даже сильно удаленных государств участвуют в потреблении товаров, производимых в разных точках географической сети.

*Транспортировка товаров.* Осуществляется купцами и существенно зависит от транспортных условий местности. На условия транспортировки также влияет инфраструктура, поддерживаемая местной элитой, а также налагаемые ею налоги.

### Вертикальные связи внутри аграрных обществ

Внутренние связи внутри аграрных обществ можно описать следующей схемой (рис. 2).

С. А. Нефедов (1999–2003, 2005; Nefedov, 2004) и П.В. Турчин (2003, 2005a–b, Turchin and Korotayev, 2006) показали, что демогра-

фические процессы являются крайне важными для описания динамики аграрных обществ. В условиях ресурсных ограничений рост населения ведет к сокращению доходов на душу населения и, как следствие, к голоду, войнам, эпидемиям и прочим катаклизмам, резко снижающим численность населения, что снимает проблему перенаселения и вновь ведет к повторению цикла. Для описания циклической динамики П.В. Турчин предлагает следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= aN \left( 1 - \frac{N}{R(W)} \right) - \delta NW \\ \frac{dS}{dt} &= \xi N \left( 1 - \frac{N}{R(W)} \right) - \zeta N \\ \frac{dW}{dt} &= \alpha_N N^2 - \beta W - \beta_S S \\ R(W) &= R_{\max} - cW, \end{aligned} \tag{1}$$

где  $a, \delta, \xi, \zeta, \alpha_N, \beta, \beta_S, c$  — коэффициенты, в которой рассматривается динамика населения  $N$ , накоплений государства  $S$  и социополитической нестабильности  $W$  (измеряемая как превышение смертности из-за внутренних вооруженных конфликтов). На переменные накладывается требование их неотрицательности. Накопления государства формируются из налогов, пропорциональных ресурсному излишку (который в свою очередь пропорционален приросту населения) и расходов, пропорциональных численности населения. Производство ресурса  $R$  в случае военных действий сокращается, усугубляя кризис.

В целом модель демонстрирует циклическую динамику, а ее апробация на материалах по истории Англии периода 1450–1800 гг. н.э., Ханьского Китая (206 г. до н.э. — 220 г. н.э.) и Танского Китая (600–1000 гг. н.э.) позволяет судить об адекватности описания механизма демографических циклов.

## **Горизонтальные связи и пространственная динамика**

Нами была предпринята попытка продолжить исследования в области динамики аграрных обществ и включить в рассмотрение помимо вертикальных связей также и горизонтальные — этнические, военные и торговые.

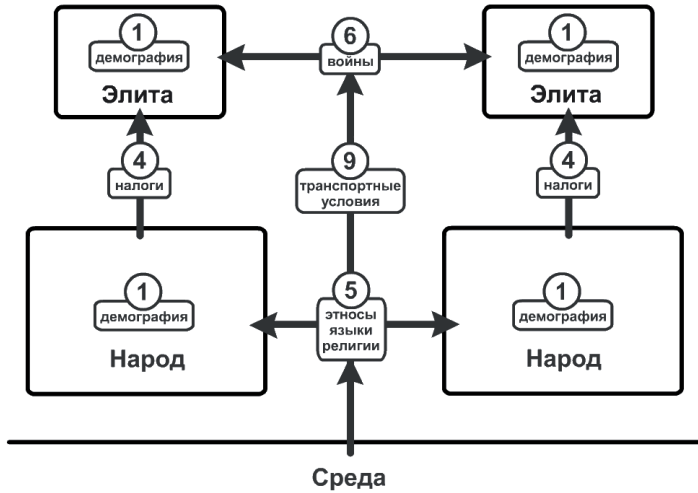


Рис. 3. Горизонтальные этнические и военные связи

Этнические и военные связи изображены на рисунке 3.

Проведенный анализ позволяет объединить этнические, языковые и религиозные процессы в один класс процессов, связанных с распространением и конкуренцией различных альтернатив. В случае если  $M$  этносов занимаются земледелием на одной территории, предполагая, что производство соответствует насыщению  $\rho(x, y)$  и результаты труда делятся пропорционально численностям этноса, имеем:

$$\frac{\partial N_i}{\partial t} = N_i \left( b_0 - d_0 - d_1 \frac{\sum_j N_j}{\rho(x, y)} \right) - \sum_{j \neq i} d_{ij} N_i N_j + \sum_j \theta_{ij} (N_i, N_j) + \mathcal{G}_i(N_i) - \text{div} \mathbf{J}_i^M, \quad (2)$$

где первый член соответствует демографической динамике вида Ферхюльста-Вольтерра (Verhulst, 1838; Вольтерра, 1976) ( $b_0$  — базовая рождаемость;  $d_0$  — базовая смертность;  $d_1$  — коэффициент при члене, учитывающим повышение смертности при снижении доходов на душу населения;  $\rho(x, y)$  — урожайность территории), второй член соответствует повышенной смертности из-за межэтнических

конфликтов, третий — наличию смешанных браков и последующей самоидентификации детей от данных браков, четвертый — прямому влиянию государства на численность, пятый — миграции. Значение  $\theta_{ij}(N_i, N_j)$  равно разности количества детей от смешанных браков между этносами  $i, j$ , которые самоидентифицируют себя с этносами  $i$  и  $j$ . В качестве модели ассимиляции можно предположить, что эта вероятность той или иной самоидентификации происходит пропорционально численностям этносов  $N_i, N_j$ , а количество смешанных браков пропорционально произведению  $N_i N_j$ :

$$\theta_{ij}(N_i, N_j) = \phi_{i,j} \frac{N_i^2 N_j}{N_i + N_j},$$

где  $\phi_{i,j}$  — константа.

В свою очередь прямое влияние государства  $\mathfrak{A}_i$  на численность также может иметь разный характер и заключаться в насильственной ассимиляции, дискриминации или даже геноциде. В модели (2) при  $\mathfrak{A}_i = 0, \mathbf{J}_i^M = 0$ , либо  $d_{ij} > 0$  при  $t \rightarrow \infty$ , происходит формирование однородного населения, самоидентифицирующего себя с одним этносом.

Отдельный случай представляет явление торговой диаспоры. Если в модели (2) фактически имела место конкуренция в нише с ограниченным ресурсом  $\rho(x, y)$ , то в случае различных социальных функций ниши различны и доход на душу населения определяется по-разному:

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_1}{\partial t} &= N_1 \left( b_0 - d_0 - d_1 \frac{N_1}{\rho(x, y)(1 - \varphi)} \right) - d_{12} N_1 N_2 + \theta_{12}(N_i, N_j) + \mathfrak{A}_1(N_1) - \operatorname{div} \mathbf{J}_1^M \\ \frac{\partial N_2}{\partial t} &= N_2 \left( b_0 - d_0 - d_1 \frac{N_2}{\rho(x, y)\varphi} \right) - d_{21} N_1 N_2 - \theta_{12}(N_i, N_j) + \mathfrak{A}_2(N_2) - \operatorname{div} \mathbf{J}_2^M, \end{aligned}$$

где  $\varphi$  — доля продукта, производимого крестьянами (этнос 1), которая в результате экономических взаимодействий попадает к торговцам (этнос 2). В данном случае фактически отсутствует ресурсная конкуренция и при относительно низких  $d_{21}$  может существовать стационарное решение с ненулевым  $N_2$ . Ситуация может значительно упрочниться, если существуют дополнительные моральные запреты, такие как ограничение смешанных браков, касты или низкий престиж занятия торговлей у титульного этноса.

Для языков и религий уравнения фактически аналогичны.

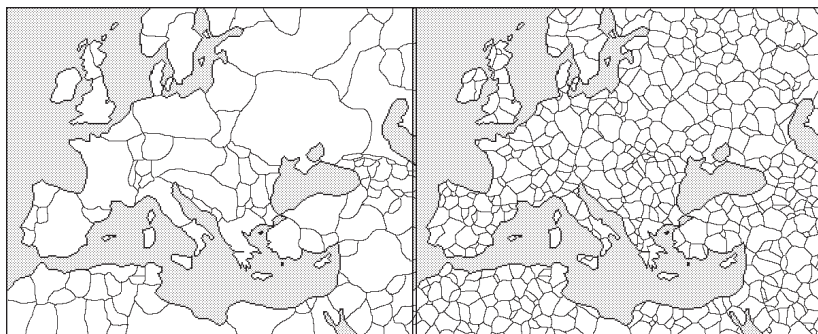


Рис. 4. Типичная динамика модели (2)

Пространственное моделирование системы (2) для этнической динамики в Европе дает следующие качественные результаты (рис. 4). В качестве начальных условий задавалось точечное распределение пятисот этнических групп со случайными начальными координатами. Коэффициенты модели считались близкими для всех групп с 5%-ным случайным разбросом. Поточковый член был взят диффузионным:

$$\mathbf{J}_i^M = -k(x, y) \text{grad} N_i,$$

где  $k(x, y)$  — коэффициент транспортной проводимости.

Сначала формируется мозаика мелких, но однородных кластеров, которые затем расширяются, поглощают друг друга, пока, наконец, не формируются крупные кластеры с достаточно медленно движущимися границами. Безусловно, модель не претендует на точное описание этнической динамики, фактически она учитывает только один фактор — географический, никак не включая экономические и политические взаимодействия. Тем не менее при своей простоте она способна объяснить некоторые эффекты — в частности, образование крупных государств на территориях Испании, Франции, России и др., разделение Италии и Великобритании на север и юг по этническому признаку, наличие множества мелких этносов на Балканах и Кавказе. Следовательно, фактически модель может определить, в каких случаях динамика предопределяется пространственными горизонтальными связями, а когда причину динамики следует искать во внутренних, более сложных взаимодействиях, подталкивая к новым исследованиям.

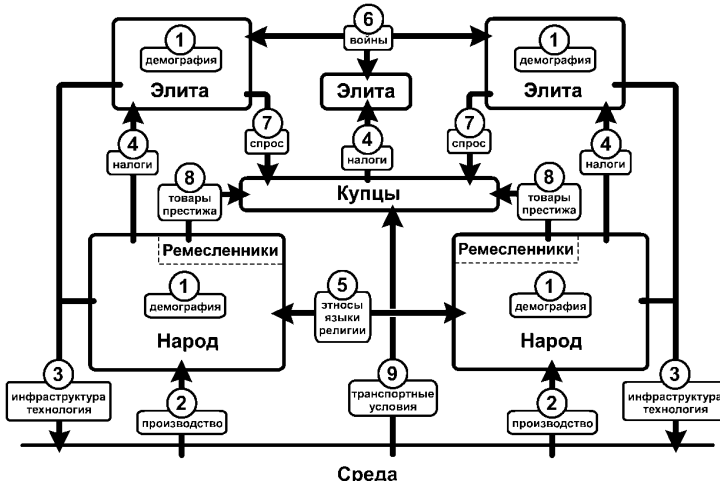


Рис. 5. Экономические взаимодействия между аграрными обществами

Одной из важных причин, не учтенных в модели (2), являются экономические процессы. Они также имеют как вертикальную, так и горизонтальную составляющую (рис. 5).

В рамках данной работы для нас более важными являются горизонтальные связи, поэтому мы можем считать заданными уровень спроса и предложения товаров престижа, которые составляют основу торговли между аграрными государствами.

Что касается пространственной компоненты, то для ее описания предложено использовать следующую модель.

Рассматривается географическая область, на которой задано распределение производства и потребление товара. Уравнение непрерывности для товара имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\text{div} \mathbf{J}^T + q(x, y),$$

где  $T$  – плотность товара;  $q(x, y)$  – разность спроса и предложения в точке. В свою очередь, из соображений зависимости предложения рабочей силы торговцев от доходов, которые они получают при транспортировке, можно предположить, что поток товара направлен по градиенту цены и пропорционален ему:  $\mathbf{J}^T = k \cdot \text{grad} p$ .

Коэффициент  $k$  назовем *коэффициентом товаропроводности*, методика оценки которого предлагается ниже.

Динамика цены в каждой точке определяется разностью спроса и предложения, равно как и динамика запасов товара в точке (с точностью до знака), что дает возможность записать:

$$\zeta \frac{\partial p}{\partial t} = D - S - \frac{\partial T}{\partial t}$$

где  $\zeta$  — коэффициент, в дальнейшем сводимый к единице нормировкой  $p$ . Объединение всех указанных выше уравнений дает общее уравнение для цены:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} &= \operatorname{div}(k(x, y)\operatorname{grad}p) - q(x, y) \quad t > 0 \quad (x, y) \in U, \\ k \frac{\partial p}{\partial n} \Big|_{(x, y) \in \partial U} &= -J_n^T(x, y, t), \\ p(x, y, t) \Big|_{t=0} &= p_0(x, y). \end{aligned} \quad (3)$$

В силу линейности уравнения цена  $p$  задается с точностью до аддитивной константы и, вообще говоря, может становиться отрицательной — для торговли важна не цена сама по себе, а разность цен.

Полученное уравнение описывает пространственную динамику цен и товаропотоков в области  $U$  с заданными втекающими товаропотоками  $J_n^T$  на кусочно-гладкой границе  $\partial U$ . На эту динамику существенно влияет коэффициент товаропроводности  $k$ , для которого на основе энергетических соображений выводится следующая оценка:

$$k = \chi S_T v_m^2 = \chi S_T \left( \frac{\gamma}{1 + \gamma} \frac{\sqrt{2}w}{g(\mu\sqrt{1 + \nabla H^2} + |\nabla H|)} \right)^2,$$

где  $v_m(x, y) = \frac{\gamma}{1 + \gamma} \frac{\sqrt{2}w}{g(\mu\sqrt{1 + \nabla H^2} + |\nabla H|)}$  — скорость движения единичной

массы груза по территории. Здесь  $\gamma$  и  $w$  — грузоподъемность и мощность транспортного средства;  $H$  — высота точки над уровнем моря;  $\mu$  — коэффициент транспортного трения;  $g$  — ускорение свобод-

ного падения;  $S_T$  — коэффициент предложения труда перевозчиков (см. выше),  $\chi$  — степень безопасности территории, определяемая как наиболее вероятная доля дохода, которая останется у торговца.

Коэффициент транспортного трения  $\mu$  напрямую связан со свойствами территории и скоростью движения транспорта. Оценка коэффициента  $\mu$  проводится эмпирически. Можно предположить, что данный коэффициент постоянен внутри природных зон, в этом случае скорость движения транспорта по территории будет выражаться как

$$v(x, y) = \frac{C}{\mu + |\nabla H|}$$

где  $C$  — некоторая константа. Для эмпирической оценки  $\mu$  необходимо решить обратную задачу. Зная реальные времена перемещения из одного пункта в другой, а также решая задачу поиска кратчайшего пути при разных  $\mu$ , можно подобрать такое значение  $\mu$ , при котором будет наблюдаться наибольшая корреляция между реальными и рассчитанными временами.

Была проведена оценка коэффициентов  $\mu$  на историческом материале путешествия Марко Поло (XIII в.). При всей относительности и спорности этих данных тем не менее удастся выделить зависимости, особенно четкие для некоторых природных зон. Данные оценки были использованы при дальнейшем моделировании динамики товаропотоков Великого шелкового пути. Полагалось существование точечного источника товара в Китае и точечного потребления — в Европе. Коэффициенты товаропроводности вычислялись с использованием предложенной методики и полагались одинаковыми для различных эпох за исключением коэффициентов  $\chi(x, y)$ , которые в данном случае определялись пространственным расположением крупных империй: империи поддерживают инфраструктуру и обеспечивают защиту торговцев, повышая товаропроводность. Внутри империй коэффициент  $\chi(x, y)$  умножался на постоянный множитель  $\chi_E > 1$ . Таким образом, для разных эпох, с точки зрения модели, отличия состояли только в различных пространственных конфигурациях империй, внутри которых товаропроводимость повышается. Результаты приведены на рисунке 6.

С приходом Нового времени Европейские галеоны проникли в моря Азии и фактически повысили проводимость морской



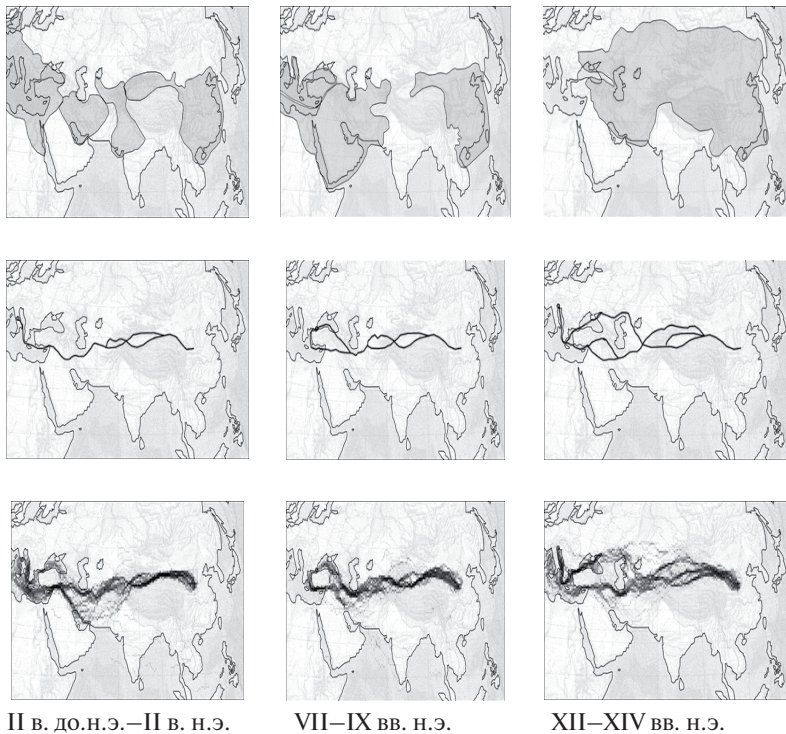


Рис. 6. Динамика Великого шелкового пути в различные эпохи:  
крупные империи, реальные исторические данные  
и результаты моделирования

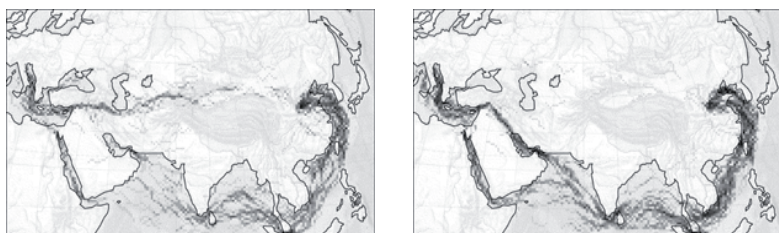


Рис. 7. Гибель Великого шелкового пути  
из-за альтернативной морской торговли

торговли, что привело к окончательной гибели Шелкового пути (рис. 7).

Таким образом, сопоставление исторических данных с результатами моделирования указывает на адекватность разработанных математических моделей. При этом модели могут не только описывать то, что было в истории, но и то, что могло состояться, но по тем или иным причинам не реализовалось (такие сценарии можно получить, если изменять параметры моделей, зависящие от действий исторических лиц, и следить за изменением результатов модельных расчетов). Тем самым «альтернативная история» — активно развивающееся в настоящее время направление исследований — может получить объективный инструмент для анализа возможных путей исторического развития.

Представленные научные результаты свидетельствуют о продуктивности использования методов синергетики к моделированию исторических процессов. Достигнутые в этой области успехи делают возможным использование разработанной методологии математического моделирования не только анализа прошлого, но и для стратегического планирования, создания долгосрочных прогнозов, систем «проектирования будущего», в чем остро нуждается современная Россия.

### **Библиографический список**

Андреев А.Ю., Бородкин Л.И., Коновалова А.В., Левандовский М.И. Методы синергетики в изучении динамики курсов акций на Петербургской бирже в 1900-х гг. // Круг идей: Историческая информатика в информационном обществе. М., 2001. С. 68–109.

Бородкин Л. И. Историк и математические модели // Исторические записки. 1999. № 2. С. 60–87.

Бородкин Л.И., Владимиров В.Н., Гарскова И.М. Новые тенденции развития исторической информатики // Новая и новейшая история. 2003. № 1. С.117–128.

Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм. XV–XVIII вв. М., 1986. Т. 1–3.

Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. М., 1976.

Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., 1997.

## *О математическом моделировании исторических процессов...*

---

Коротаяев А.В., Малков А.С., Халтурина Д. А. Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография. Экономика. Культура. М., 2006.

Коротаяев А.В., Комарова Н.Л., Халтурина Д.А. Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография. Экономика. Войны. М., 2006.

Моисеев Н.Н. Математика ставит эксперимент. М., 1979.

Нефедов С.А. Метод демографических циклов в изучении социально-экономической истории допромышленного общества: автореф. дис. ... канд. ист. наук. Екатеринбург, 1999.

Нефедов С.А. . О законах истории и математических моделях // Известия Уральского гос. ун-та. 2000. № 15. С. 15–23.

Нефедов С.А. Метод демографических циклов // Уральский исторический вестник. 2001. № 7. С. 93–107.

Нефедов С.А. Опыт моделирования демографического цикла // Ассоциация «История и компьютер»: Информационный бюллетень. № 29. 2002. С. 131–142.

Нефедов С.А. О теории демографических циклов. Экономическая история. 2002. № 8. С. 116–121.

Нефедов С.А. Теория демографических циклов и социальная эволюция древних и средневековых обществ Востока // Восток. 2003. № 3. С. 5–22.

Нефедов С.А. Демографически-структурный анализ социально-экономической истории России. Конец XV — начало XX в. Екатеринбург, 2005.

Komlos J., and S. Nefedov. A Compact Macromodel of Pre-Industrial Population Growth // *Historical Methods*. 2002. N 35. P. 92–94.

Kuznets S. *National Product since 1869*. New York, 1946.

Kuznets S. Population Change and Aggregate Output // *Demographic and Economic Change in Developed Countries* / Ed. by G. S. Becker. 1960. Pp. 324–340.

Nefedov S.A. A Model of Demographic Cycles in Traditional Societies: The Case of Ancient China // *Social Evolution & History*. 2004. N 3(1). P. 69–80.

Turchin P. *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*. Princeton. New York, 2003.

Turchin P. Dynamical Feedbacks between Population Growth and Sociopolitical Instability in Agrarian States // *Structure and Dynamics*. 2005. N 1.

Turchin P. *War and Peace and War: Life Cycles of Imperial Nations*. New York, 2005.

Turchin P. and A. Korotayev. Population Density and Warfare: A reconsideration // *Social Evolution & History*. 2006. N 5(2). P. 121–158.

Vérhulst P.-F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement // *Correspondance mathématique et physique*. 1838. N. 10. P. 113–121.

*С.А. Нефедов, П.В. Турчин*

## **Опыт моделирования демографически-структурных циклов**

Как утверждает неомальтузианская теория, развитая в работах М. Постана, В. Абея, Э. Ле Руа Ладури, Ф. Броделя, П. Губера<sup>1</sup> и других авторов, в традиционных обществах ограниченность ресурсов периодически приводит к перенаселению и кризисам, принимающим масштабы демографических катастроф. Таким образом, динамика населения носит циклический характер, и исторический процесс складывается из так называемых демографических циклов. В последнее годы изучение демографических циклов проводится с широким использованием экономико-математических моделей. Это новое направление исследования представлено в том числе в работах Дж. Комлоса, А.В. Кортаева, Д.А. Халтуриной, С.Ю. и А.С. Малковых, С.В. Циреля, а также авторов настоящей статьи<sup>2</sup>.

В работах Дж. Голдстоуна<sup>3</sup>, в частности, было показано, что кризис в конце цикла вызывался комплексными причинами — не только непосредственно перенаселением, которое приводило к крестьянским восстаниям, но и финансовым кризисом государства, который в свою очередь приводил к мятежам военной элиты и общему разрушению общественного порядка. В одной из работ авторов была предложена простая модель, отображающая механизм демографически-структурного цикла в первом приближении<sup>4</sup>. В настоящей статье мы предлагаем для обсуждения более развернутую модель, отображающую этот механизм с большей степенью подробности.

Для удобства будем рассматривать не календарные, а хозяйственные годы, которые начинаются со сбора урожая. Первоначально для рассмотрения берется только численность простого народа, численность элиты, получающей средства за счет налогов (или ренты), не учитывается. Численность народа ( $N$ ) выражается в числе дворов или семей (условно можно считать населенность двора в 5 человек). Крестьянский двор в теории (когда хватает земли) обрабатывает стандартный участок земли (такой участок назывался на Ближнем Востоке «чифт»), максимально возможную площадь пахотных земель будем измерять числом стандартных участков  $S$ . Когда численность дворов  $N$  превосходит  $S$ , на некоторых участках может разместиться два двора или часть семей может переселиться в города и зарабатывать на жизнь ремеслом, обменивая свои изделия на крестьянские излишки.

Пусть  $a$  — урожайность, выраженная числом минимальных семейных пайков зерна, которые можно собрать со стандартного участка. Норма потребления зависит от климатических условий. Например, для Малой Азии и Балкан исследователи принимают норму душевого потребления примерно в 200 кг, для России с ее суровым климатом — 15 пудов, т.е. около 240 кг<sup>5</sup>. Стандартный участок, «чифт», в Малой Азии в XVI в. давал около 2000 кг чистого сбора<sup>6</sup>, т.е. урожайность  $a$  была примерно равна двум, и «чифт» в отсутствие налогов мог прокормить две семьи. На Новгородчине (в Водской пятине) в середине XVI в. двор средним размером в 5,3 души получал со стандартного участка («обжи») 154—175 пудов хлеба<sup>7</sup>, что давало урожайность ( $a$ ) в пределах 1,9—2,2.

Урожайность не является постоянной величиной, поэтому зададим ее в виде  $a = a_0 + d$ , где  $a_0$  — средняя урожайность;  $d$  — случайная величина, принимающая значения на отрезке  $(-a_1, a_1)$ . Примерно оценить величину разброса урожайности ( $a_1$ ) можно, обратившись к российской урожайной статистике. За 1850—1909 гг. отношение урожая текущего года к среднему десятилетнему варьировало в пределах от 0,62 до 1,3<sup>8</sup>, т.е. отношение  $v_a = a_1/a_0$  составляло примерно 0,4 (если  $a_0 = 2$ , то  $a_1 = 0,8$ ). Распределение отклонений на отрезке (0,62; 1,3), конечно, не было равномерным. Урожай в пределах от 0,6 до 0,8 среднего наблюдался в течение 9 лет из 60, т.е. вероятность низкого урожая составляла примерно 15%. Если в качестве случайной величины взять квадрат равномерного распределения на отрезке (0,6; 1,4), то вероятность низкого урожая составит 12,5%, что примерно соответствует российскому случаю.

Разумеется, в некоторых случаях отношение  $v_a$  могло быть больше или меньше 0,4. Например, для средневекового Египта разброс урожайности составлял 60% к среднему урожаю<sup>9</sup>.

При принятых нами единицах измерения урожай  $Y$  можно выразить в простой форме:

$$Y = aN \text{ если } N < S,$$
$$Y = aS \text{ если } N > S.$$

С урожая берется налог в  $m$  процентов, и после его вычета у крестьян остается  $(1-m)Y$  пайков, и на семью приходится  $p_1 = (1-m)Y/N$  пайков. Если имеются излишки, т.е.  $p_1$  больше некоторой величины «удовлетворительного потребления»  $p_2$  ( $p_2 > 1$ ), то крестьяне потребляют не все это зерно, откладывая  $p_n$  процентов в запас, т.е. потребление  $p$  равно

$$p = p_1(1 - p_n), \text{ если } p_1 > p_2$$

В расчетах обычно берется  $p_2 = 1,2$  и  $p_n = 0,05$ , а при  $p_1$  больше 1,4  $p_n = 0,1$ , т.е. крестьяне откладывают при среднем урожае 5%, а при большом — 10% урожая. Нужно отметить однако, что в силу условий хранения крестьянские запасы не могут увеличиваться до бесконечности, они ограничены некоторой величиной  $F_p$ . В расчетах принимается  $F_p = 4$ , т.е. крестьяне могут хранить запас в 4 годовых пайка каждого члена семьи.

Если потребление падает ниже уровня  $p_3$ , (в расчетах  $p_3 = 1,1$ ), то крестьяне берут зерно из запасов, поднимая по возможности потребление до уровня  $p_3$ . Если же крестьянские запасы иссякают, и в годы голода потребление оказывается меньше нормы ( $p_1 < 1$ ), то государство в некоторых случаях помогает крестьянам из своих запасов. Однако в силу инертности государство оказывает помощь тогда, когда голод уже начался, и потребление при этом поддерживается на уровне  $p_{lk}$ , меньше единицы (т.е. минимальной нормы). Кроме того, создание государственных амбаров для помощи крестьянам практиковалось не во всех странах; во многих случаях крестьянам приходилось рассчитывать на собственные силы ( $p_{lk} = 0$ ).

Коэффициент роста населения  $r$  есть отношение населения последующего года к населению предыдущего года. Коэффициент роста  $r$  зависит от потребления. Когда потребление равно минимальной

норме ( $p=1$ ), население остается постоянным ( $r=1$ ). Максимальный естественный рост обозначим  $r_m$ , а величину потребления, при которой он достигается, —  $p_m$ . Полагаем, что  $r_m = 1,02$ , т.е. максимальное увеличение численности населения составляет 2% в год. Мы будем считать, что при  $1 < p < p_m$  рост населения линейно зависит от потребления, а при  $p > p_m$  уже не увеличивается ( $r=r_m$ ). При  $p < 1$  (в случае голода) зависимость  $r$  от  $p$  берется в форме  $r=p^k$ , где  $k$  — некоторый коэффициент. В данном случае имеет место сокращение населения, причем не только из-за голода, но и по причине распространения эпидемий, вызванных ослаблением сопротивляемости организма в результате голодовок. Если брать коэффициент  $k$  равным единице, то получится, что число выживших равно числу наличных минимальных пищевых норм. На практике, однако, известно, что люди выживали и при недостаточном питании, поэтому в наших расчетах обычно берется  $k = 1/4$ ; при таком значении параметра при падении потребления наполовину погибает 16% населения.

Доходы государства в обычное время равны  $m$  процентов от урожая, причем считается, что в налоги входит и рента, которая в государствах Востока была той частью налога, которая шла воину, получившему поместье. В годы кризиса налоги не могут собираться полностью, в этом случае они уменьшаются в соответствии с величиной коэффициента стабильности  $k_p$  предыдущего года (см. ниже) и равны  $k_p m$ . В принципе, ставка налогов  $m$  может меняться.

При распределении поступлений от налогов основная часть достается военной элите, а запасы формируются из оставшихся сумм. При численности войска  $N_f$  и норме содержания воина  $p_f$ , войско требует расходов  $E = N_f p_f$ . Если доходы, равные  $S = mY$ , превосходят расходы, то  $k_d$  процентов от излишка  $d_s = S - E$  откладываются в запас, а остальная часть расходуется на увеличение войска. Если же расходы превосходят доходы, то необходимые средства берутся из запаса; если казна пуста, то содержание каждого воина сокращается и реально равно  $p_r = S/N_f$ . При уменьшении содержания постепенно снижается и численность войска, она зависит от величины  $p_g$  среднего содержания за  $n_g$  лет и равна  $N_f = (p_g/p_f)^{k_s} N_{f,1}$ , где  $k_s$  — некоторый коэффициент, который характеризует способность государства сокращать армию. Если содержание падает наполовину, то при  $k_s = 0,2$  армия сокращается в год на 13%, если же  $k_s = 0,02$ , то только на 2,5%. Последний случай соответствует ситуации феодального войска, которое представляет собой вассалов короля; вассалов нельзя уволить

со службы, и сокращение такой элиты возможно только в результате внутренней войны. Срок, для которого рассчитывается среднее содержание, принимается равным десяти годам.

Уменьшение содержания военной элиты вызывает смуты. Интенсивность смут измеряется коэффициентом государственной стабильности  $k_g$ , который зависит от средней величины содержания  $p_g$  и имеет вид

$$k_g = (p_g/p_f)^u (k_{g-1})^v (k_p)^w.$$

Коэффициент  $k_g$  меняется от 0 (хаос) до 1 (полная стабильность) и зависит также от величины стабильности в предыдущий год  $k_{g-1}$  и от стабильности среди простого народа  $k_p$ . Величины  $u$ ,  $v$  и  $w$  в этой формуле — степени порядка 0,1–0,3; их значение состоит в том, чтобы амортизировать влияние  $p_g$ ,  $k_{g-1}$  и  $k_p$ . Если финансовый кризис ликвидирован, то при  $v = 1/4$  коэффициент стабильности за три года возрастает с 0,5 до 0,99. При  $w = 0,1$  нестабильность в народе уровня 0,8 вызывает нестабильность в элите уровня 0,97, т.е. крупное крестьянское восстание порождает небольшие военные мятежи. Величина  $u$  в расчетах принимается равной 1/4; при таком значении параметра половинное сокращение содержания вызывает нестабильность порядка 0,84. При этом (как и при определении периода среднего содержания) мы исходим из того обстоятельства, что воины, в отличие от крестьян, при сокращении содержания не голодают и поэтому могут выдерживать такое положение долгое время.

В конечном счете политическая нестабильность приводит к нарушению хозяйственной деятельности, падению урожайности и сокращению посевных площадей. Будем условно считать, что стандартные крестьянские участки остаются прежними, включая эффект их сокращения в общее падение урожайности. Величина падения урожайности зависит от коэффициента  $k_g$ .

Другой источник нестабильности — это голод, который приводит к крестьянским восстаниям и нарушению обычного хода хозяйственной жизни, например, по причине отсутствия зерна для посева. В итоге эти факторы также ведут к падению урожаев. Коэффициент уменьшения урожайности из-за голода и крестьянских восстаний зависит от средней величины потребления ( $p_{np}$ ) за несколько ( $n_p$ ) лет, причем величина потребления за последний год входит в это усреднение с двойным весом. Мы будем считать, что эта



## Опыт моделирования демографически-структурных циклов

зависимость степенная и имеет вид  $k_p = (p_{np})^l (k_g)^v (k_{p-1})^w$ , где  $l$  — некоторый параметр. В расчетах обычно берется среднее потребление за два года, а  $l=3$ , т.е. население достаточно эмоционально реагирует на голод. Коэффициент  $k_p$  является также мерой стабильности в среде простого народа, он меняется от 0 до 1 и зависит от стабильности в предыдущий год  $k_{p-1}$  и стабильности в среде элиты  $k_g$ .

Общее падение урожая из-за политической нестабильности дается коэффициентом  $k_{gp} = k_g k_p$ , однако в любом случае урожайность не может упасть до нуля, поэтому ограничиваем величину этого падения коэффициентом  $k_{gp0}$ . Какова может быть величина  $k_{gp0}$ ? Сведений об урожаях в годы кризисов немного, но известно, например, что урожай 1922 г. в СССР был на 32% меньше, чем средний урожай 1925–1929 гг.<sup>10</sup> Собственно урожайность при этом уменьшилась незначительно (на 3,8%), но сильно сократились посевные площади<sup>11</sup>, что позволяет утверждать, что падение урожая было в основном результатом предшествующего политического кризиса. Ориентировочно считаем, что средняя урожайность  $a_0$  (куда в нашем случае входит и уменьшение посевных площадей) в годы кризисов может максимально сократиться на треть.

Мятежи военной элиты и крестьянские восстания приводят не только к разрушению хозяйства, но и непосредственно к гибели участвующего в конфликте населения. Мы будем полагать, что процент населения, ставшего жертвой конфликта, выражается формулой  $M_n = l_g(1-k_g) + l_p(1-k_p)$ , где  $l_g$  и  $l_p$  — некоторые параметры. В расчетах обычно принимается  $l_g=0,01$  и  $l_p=0,02$ , что может приводить к ежегодному уменьшению населения в годы кризиса на 2%.

В реальной истории, хотя налоги формально фиксировались, они имели скрытую тенденцию к повышению: побуждаемое финансовым кризисом правительство было вынуждено вводить различные «чрезвычайные» сборы или владельцы поместий требовали с крестьян «незаконные» надбавки. Этот процесс непосредственно стимулировался военными мятежами, когда разбухшее войско протестовало против сокращения своего содержания. С другой стороны, крестьянские восстания в ходе глобальных кризисов заставляли государство снижать налоги; таким образом, величина налогов, в конечном счете, определялась тем двусторонним давлением, которое оказывали на государство военная элита и народ и которое в нашей модели выражается, соответственно, коэффициентами стабильности  $k_g$  и  $k_p$ . Полагаем, что уровень налогов  $m_l$  определяется по формуле

$$m_1 = m_{1-1} k_p / (k_g)^s,$$

где  $m_{1-1}$  — уровень налогов предыдущего года и  $s$  — некоторый параметр. Если ситуация стабильна, то  $k_g = k_p = 1$  и уровень налогов не меняется. Военные мятежи ( $k_g < 1$ ) заставляют правительство повышать налоги; восстания ( $k_p < 1$ ) приводят к уменьшению налогов. В периоды кризисов, когда оба коэффициента меньше 1, ситуация определяется взаимным соотношением  $k_g$  и  $k_p$ , для регулирования которого используется параметр  $s$ . Он выбирается так, чтобы силы народа и элиты были сбалансированы и средняя величина налогов не менялась значительно от цикла к циклу, т.е. нашей целью является рассмотрение относительно стабильных систем, не эволюционирующих в социальном отношении. При этом предполагается, что налоги не могут быть уменьшены ниже некоторой величины  $m_1$ , определяемой потребностями обороны государства и не могут быть увеличены выше величины  $m_2$ , определяемой платежеспособностью крестьянина. В наших расчетах  $m_1 = 0,1$ ,  $m_2 = 0,4$ .

Перейдем к описанию численных экспериментов. В расчетах условно брали площадь пахотных земель  $S$  в 1 млн. стандартных крестьянских участков. Средняя урожайность  $a_0 = 2$ , т.е. в отсутствие перенаселения одна крестьянская семья в среднем имела чистый сбор зерна в два минимальных пайка. Разброс урожая составлял от 1,2 до 2,8, а случайная величина разброса была квадратом равномерного распределения. Величина государственных запасов ограничена годовым минимальным пайком на семью; максимальное потребление крестьян  $p_m = 2,5$  минимальной нормы. Норма потребления на элитную семью составляла восемь минимальных крестьянских норм. Начальная численность для простого народа берется в 0,9 млн. дворов.

Известно, что в Османской империи в XVI в. налоги составляли  $1/6$ – $1/5$  урожая<sup>12</sup>. Будем исходить из первоначального уровня налога в 20%, полагая, что государство (как Османская империя) является достаточно сильным, способно отчислять в резерв 90% ( $k_d = 0,9$ ) от профицита бюджета и в случае необходимости сокращать армию на 13% в год ( $k_s = 0,2$ ). В Османской империи, в Китае и некоторых других странах существовала система государственных зерновых складов, из которых население могло в случае голода получать продовольственные ссуды<sup>13</sup>. Рассмотрим сначала случай, когда при голоде государство оказывает помощь крестьянам, поднимая величину потребления до 0,99 минимальной нормы. Так как в расчетах

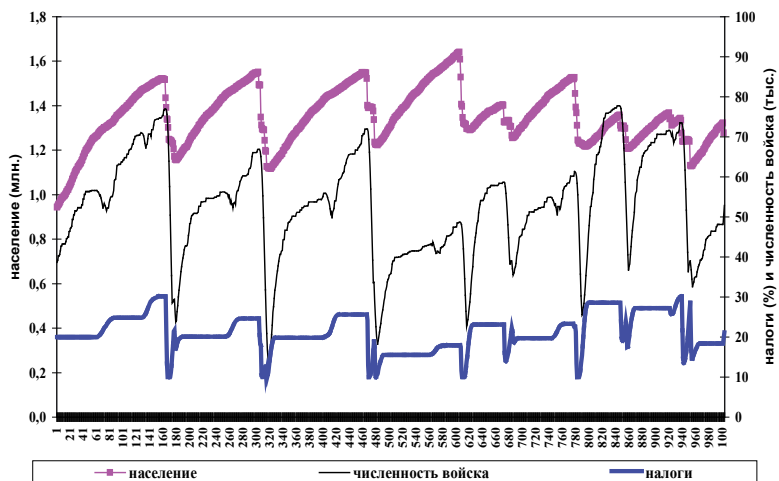


Рис. 1. Динамика численности населения (млн. дворов).  
 Вариант расчета с первоначальным уровнем налогов в 20%,  
 $k_d=0,9$ ,  $k_s=0,2$ ,  $s=0,6$

присутствует случайная величина, урожайность, то при различных прогонах программы результаты расчетов могут различаться, но в целом получается достаточно типичная картина.

При данных значениях параметров наиболее типичными являются циклы продолжительностью примерно в полтора столетия, демографическая катастрофа происходит при приближении к потолку населения в 1,6 млн, и численность населения падает до 1,1–1,2 млн (см. рис. 1).

Как отмечалось выше, в этом и во всех последующих случаях параметр  $s$  подбирается так, чтобы средние налоги на протяжении циклов были примерно одинаковы. Тем не менее они могут варьировать в определенных пределах. Как видно из рисунка 1, на протяжении цикла налоги, как правило, растут: время от времени казна оказывается пустой и вынуждена уменьшать содержание войска, что сопровождается его сокращением. Недовольная военная элита поднимает мятежи, и в итоге правительство вынуждено увеличивать налоги — ситуация, многократно наблюдавшаяся в истории разных стран. Те циклы, в которых уровень налогов ниже, имеют большую продолжительность, при высоких налогах циклы, соответственно,

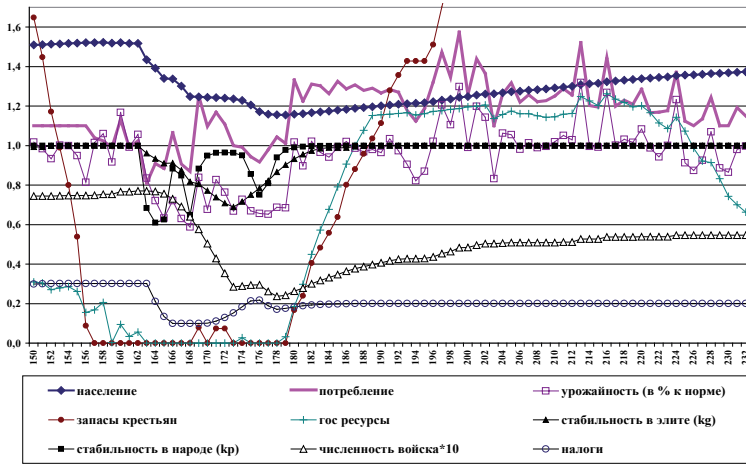


Рис. 2. Механизм демопопуляционного кризиса

становятся короче, а потолок населения — ниже. Численность элиты пропорциональна величине налогов (ренты) и особенно велика в коротких циклах: причиной малой продолжительности этих циклов является чрезмерное давление элиты на народ. П. Турчин обратил внимание на то обстоятельство, что в средневековой истории Северной Африки преобладали именно такие короткие циклы<sup>14</sup>. Недавно А.В. Коротаев и Д.А. Халтурина предложили математическую модель этого явления для Египта, причем авторами было показано, что население страны в то время не достигало потолка емкости среды<sup>15</sup>. Как нам представляется, подобная специфика может быть объяснена из предлагаемой нами модели, если учитывать существовавший в Египте высокий уровень налогов.

В конечном счете перенаселение в условиях роста налогов приводит к кризису, механизм которого более подробно изображен на рисунке 2. Хорошо видно, что в 150-х гг. крестьяне жили в условиях перенаселения, им приходилось использовать зерно из своих запасов, и эти запасы быстро уменьшались. В 157 г. запасы иссякли, и крестьяне стали обращаться за поддержкой к государству, но государственных запасов хватило ненадолго, к 163 г. они закончились. В этих условиях большой неурожай 163 г. сразу же вызвал голод и крестьянское восстание. Это негативно повлияло на хозяйственную жизнь

и в следующем, 164 г., когда снова был большой неурожаем, который усилил голод и восстания. С другой стороны, недобор налогов вызвал сокращение содержания войска и стимулировал военные мятежи. К 169 г. население значительно сократилось, а налоги уменьшились вдвое, поэтому (хотя из-за гражданской войны урожаи оставались плохими) душевое потребление увеличилось и превысило норму. Восстания почти прекратились, но из-за уменьшения налогов и сокращения населения доходы военной элиты резко уменьшились, и она продолжила бунтовать. Внутренняя война привела к новому голоду и новой вспышке восстаний в 173–177 гг., но, в конечном счете, численность военной элиты сократилась и государству стало легче ее содержать. С другой стороны, военные мятежи убедили правителей в необходимости восстановить налоговую систему и увеличить налоги (хотя они не достигли прежнего уровня). В 180 г. у крестьян и казны появились небольшие запасы; вскоре после этого военные мятежи закончились.

В описанной модели кризиса главным моментом является перенаселение, которое вызывает сначала истощение запасов крестьян, а потом запасов государства. В этой ситуации неурожай вызывает крестьянскую войну, а финансовый кризис провоцирует военные мятежи.

Рассмотрим теперь вопрос о том, какие изменения в динамике населения могут произойти при вариации различных параметров. Увеличим первоначальный налог до 30% урожая. Демографическая динамика, моделируемая в этом случае, изображена на рисунке 3. Расчеты показывают, что потолок населения и среднее население (за 1000 лет) снизились, уменьшились средние крестьянские запасы, но возросли государственные запасы и численность войска. Немного понизилось среднее потребление, циклы стали более короткими, а их амплитуда уменьшилась. Эти тенденции сохраняются и при дальнейшем увеличении налогов. При 40-процентных налогах (рис. 4) можно говорить о некоей квазистабильности: кризисы становятся менее заметными и уносят порядка 10% населения. В то же время уменьшение крестьянских запасов приводит к тому, что крестьяне часто испытывают нехватку зерна и обращаются к помощи государства даже на ранних стадиях цикла. Вследствие этого кривая населения становится неровной, вибрирующей.

Этот результат — относительная стабильность при повышении налогов — кажется парадоксальным. Однако необходимо отметить,

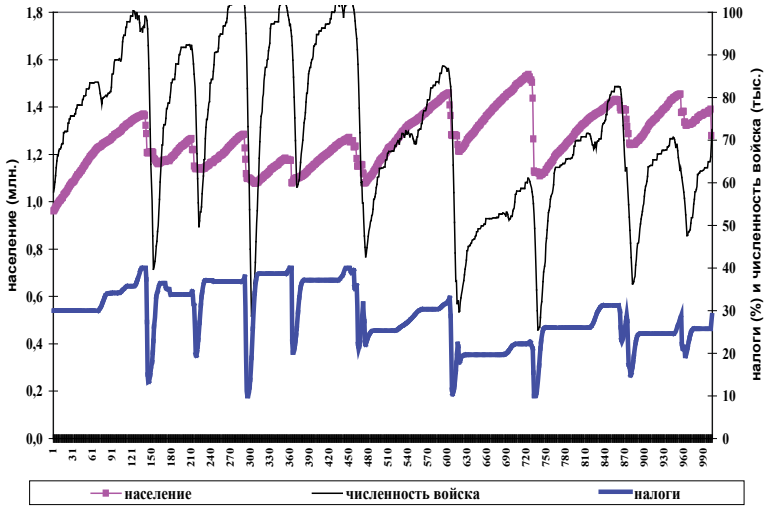


Рис. 3. Вариант расчета с первоначальным уровнем налогов в 30%  
 $k_d=0,9; k_s=0,2; s=0,55$

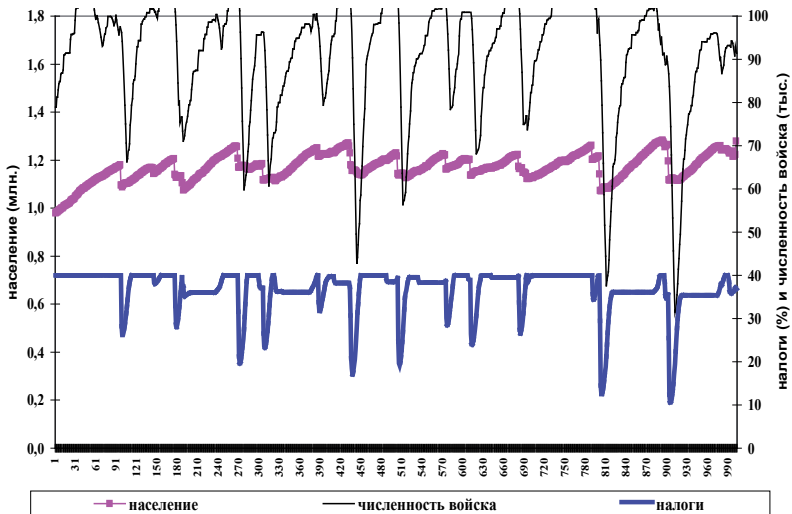


Рис. 4. Вариант расчета с первоначальным уровнем налогов в 40%,  
 $k_d=0,9; k_s=0,2; s=0,55$

что он достижим только в условиях сильного государства, которое может отчислять в резерв 90% излишка и сокращать военную элиту, попросту распуская наемное войско.

Если же государство слабеет, то картина меняется. Это проявляется прежде всего в том, что элита требует большей доли налогов (ренты), и в невозможности быстро сократить войска. Как показывают расчеты, увеличение доли элиты и сокращение отчислений в резерв приводит к тому, что казна не имеет значительных ресурсов для того, чтобы обеспечить стабильное снабжение войска, военная элита постоянно поднимает мятежи, в результате чего налоги (рента) быстро увеличиваются. При этом картина коротких циклов с малой амплитудой сохраняется.

Картина меняется, если государство слабеет настолько, что не может свободно сокращать войска, т.е. они принимают отчасти феодальный характер. В случае, изображенном на рисунке 5  $k_s = 0,02$ , и при понижении содержания наполовину от нормы военная элита уменьшается за год только на 2,5%. В этом случае «несокращаемая» элита своими мятежами оказывает постоянное давление на государство и заставляет его повышать налоги до максимума. Большие налоги (рента) существенно понижают потолок населения, но позволяют увеличить численность элиты. На рисунке 6 более подробно представлен механизм кризиса, реализуемый моделью в данном случае. Из графика видно, что период перед кризисом характеризовался хроническим отсутствием государственных ресурсов, следствием чего были постоянные мятежи знати, с успехом добивавшейся увеличения ренты-налога. Мятежи привели к уменьшению урожаев и быстрому исчерпанию крестьянских запасов еще до того, как экологическая ниша была заполнена. В 456 г. начался голод, следствием которого были крестьянские восстания. Восстания привели к уменьшению ренты, что еще более ухудшило положение элиты, и отдельные мятежи переросли в гражданскую войну. Поскольку численность элиты снижалась очень медленно, то внутренние войны затянулись на 70 лет; потери в войнах уменьшали численность населения, поэтому оно не росло. Этот период – так называемый «интерцикл» или «фаза депрессии» – может быть и более длительным; он наблюдался в реальной истории многих европейских стран. В работах П. Турчина показано, что интерцикл порождается ситуацией политической нестабильности, т.е. внутренними войнами и усобицами, которые препятствуют росту населения<sup>16</sup>.

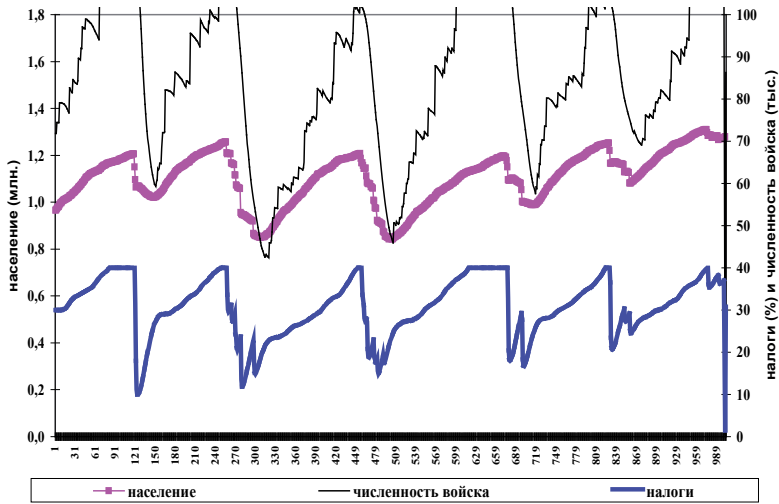


Рис. 5. Вариант расчета с первоначальным уровнем налогов в 30%  
 $k_d=0,9; k_s=0,02; s=0,2$

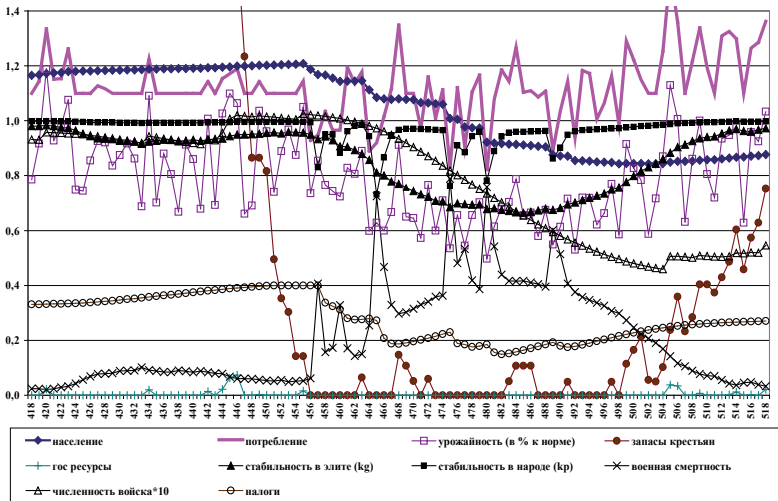


Рис. 6. Элитно-популяционный кризис и интерцикл



Описанный выше тип кризиса отличается от рассмотренного ранее (рис. 2) тем, что элитные мятежи вызывают разрушение хозяйства, и голод приходит еще до момента реального заполнения экологической ниши. Тем не менее и в этом случае главной причиной кризиса является рост населения, который приводит к уменьшению крестьянских наделов и к тому, что крестьяне не могут обеспечить ресурсами войско. Таким образом, мы имеем два типа кризисов, в первом из которых иницилирующую роль играет народ, а во втором — военная элита, которые можно назвать соответственно «демопопуляционными» и «элитно-популяционными». В реальной истории эти два типа кризисов встречаются достаточно часто. Демопопуляционный характер имело большинство китайских кризисов, в частности, «восстание красных бровей», «восстание желтых повязок», восстание Ли Цзы-чена, восстание Хуан Чао, восстание тайпинов. Элитно-популяционный характер имел кризис, связанный с мятежом Ань Лу-шаня, османский кризис 1595–1605 гг. (восстание Кара Языджи), кризис Империи Великих Моголов в 1710–1720-х гг.

В случае, когда государство слабо и не может создавать значительные ресурсы, оно не способно оказывать помощь крестьянам, поэтому формальное существование системы для оказания такой помощи не имеет существенного значения. Разница может оказаться существенной только в случае сильного государства, который рассмотрен ранее, но в действительности она трудно ощутима даже для случая, который изображен на рисунке 1 и лишь при детальном рассмотрении удастся установить, что при оказании помощи цикл немного продлевается за счет того, что в период перед кризисом крестьяне несколько лет спасаются от голода субсидиями казны (см. рис. 2). При увеличении ресурсов государства такие периоды, естественно, становятся более продолжительными.

Подводя итоги, можно отметить, что, как показывает модельный анализ, наиболее стабильными являются государства, создающие большие резервы путем значительных отчислений от налоговых поступлений. Эти отчисления одновременно уменьшают долю элиты в совокупной ренте и тем самым ее численность. Появляется возможность удовлетворить военное сословие и избежать опасности военных мятежей и одновременно оказывать помощь крестьянам в случае голода и проводить ирригационные работы. Примеры такой политики дают Япония эпохи Токугава, Египет при тюркских мамлюках (середина XIII — середина XIV в.), династии Старшая

Хань и Мин в Китае, Османская империя в XV–XVI вв., Византия эпохи Македонской династии. Это — политика сильных автократических государств, держащих в узде военную элиту.

Неспособность аккумулировать средства является оборотной стороной неспособности сдерживать каждодневные финансовые претензии элиты. Это приводит к тому, что государство не может удовлетворить требования войска в годы временных трудностей, что ведет к мятежам военного сословия. Мятежи в свою очередь вызывают рост налогов, что влечет голод и восстания. Бесконтрольная раздача икта в империи Сельджукидов в XI в. и в Египте в XII в. привела к резкому росту ренты и демографическим катастрофам.

В целом эти выводы совпадают с выводами, сделанными нами при анализе поведения модели, описывающей механизм цикла в первом приближении.

Проведенный анализ позволил выделить два типа завершающих цикл экосоциальных кризисов и показать их общее происхождение. Это помогает прояснить некоторые спорные вопросы теоретической истории. Например, на протяжении долгого времени среди историков шла полемика о том, какова была природа кризиса 1595–1605 гг. в Османской империи<sup>17</sup> — был ли это кризис перенаселения или военный мятеж? В данном случае выясняется, что военные мятежи, типа восстания Кара Языджи, являются одним из вариантов кризисов перенаселения постольку, поскольку «элитно-популяционные» и «демопопуляционные» кризисы описываются одним и тем же алгоритмом.

## Примечания

- <sup>1</sup> Abel W. Agrarkrisen und Agrarkonjunktur in Mitteleuropa vom 13. bis zum 19. Jahrhundert. Berlin, 1935; Le Roy Ladurie E. Les Paysans de Languedoc. Paris, 1966. Vol. 1–2; Goubert, P. Beauvais et le Beauvaisis de 1600 à 1730: contribution à l'histoire sociale de la France du XVIIe siècle. Paris, 1960; Braudel F. L'identité de la France. Les hommes et les choses. Paris, 1986; Postan M.M. Essays on medieval agriculture and general problems of medieval economy. Cambridge, 1973.
- <sup>2</sup> Komlos J., Nefedov S. Compact Macromodel of Pre-Industrial Population Growth // Historical Methods 2002. Vol. 35. P. 92–94; Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. Законы истории. Математическое моделирование исторических макропроцессов. Демография, экономика, войны. М., 2005; Tsirel S.V. On the Possible Reasons for the Hyperexponential Growth of the Earth Population // Mathematical Modeling of Social and Economic Dynam-

## *Опыт моделирования демографически-структурных циклов*

---

- ics Moscow, 2003. P. 367–369; Turchin P. *Historical Dynamics. Why States Rise and Fall*. Princeton and Oxford, 2003; Nefedov S. A model of demographic cycles in a traditional society: the case of Ancient China // *Social Evolution & History*. 2003. Vol. 3. N 1. P. 69–80.
- <sup>3</sup> Goldstone J. *Revolution and Rebellion in the Early Modern World*. London, 1991.
- <sup>4</sup> Неведов С.А., Турчин П.В. Модифицированная модель демографически-структурной динамики аграрного общества // *Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер»*. 2006. Вып. 33. С. 102–110.
- <sup>5</sup> Lefort J. *The Rural Economy, Seventh-Twelfth Centuries* // *The Economic History of Byzantine*. Dumbarton Oaks, 2002. P. 301; Аграрная история Северо-Запада России. Вторая половина XV — начало XVI века. Л., 1971. С. 50.
- <sup>6</sup> Сванидзе М. Х. Производство зерновых на крестьянском чифтлтке (по османским законоположениям в XV–XVI вв.) // *Османская империя: государственная власть и социально-политическая структура*. М., 1990. С. 266.
- <sup>7</sup> Неведов С.А. Демографически-структурный анализ социально-экономической истории России. Екатеринбург, 2005. С. 48.
- <sup>8</sup> Подсчитано по: Загайтов И.Б., Половинкин П.Д. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства. М., 1984. С. 235–236.
- <sup>9</sup> Korotaev A., Khaltourina D. *Introduction to social mackrodynamics*. Moscow, 2006. P. 66.
- <sup>10</sup> Подсчитано по: Социалистическое строительство СССР. М., 1934. С. 203.
- <sup>11</sup> Подсчитано по: Там же. С. 176–177.
- <sup>12</sup> Inalcik H. *The Ottoman State: Economy and Society, 1300–1600* // *An economic and social history of Ottoman Empire. 1300–1913* Cambridge: 1993. P. 71.
- <sup>13</sup> *Ibid*, P. 98; Lee Mabel Ping-hua. *The Economic History of China*. N. Y., 1921. P. 350.
- <sup>14</sup> Turchin P. *Op. cit.*
- <sup>15</sup> Korotaev A., Khaltourina D. *Introduction to social mackrodynamics*. Moscow, 2006. P. 47.
- <sup>16</sup> Turchin P. *Dynamical Feedbacks between Population Growth and Sociopolitical Instability in Agrarian States* // *Journal of Anthropological and Related Sciences*. 2005. N 1.
- <sup>17</sup> См: Faroqhi S. *Crisis and Change, 1590–1699* // *An economic and social history of Ottoman Empire. 1300–1914*. Cambridge, 1994; Inalcik H. *Military and Fiscal Transformation in the Ottoman Empire, 1600–1700* // *Archivum Ottomanicum*. 1980. N 6.

*В.Н. Слонов*

**Динамика демографической ситуации  
человеческой группы при внешнем негативном  
воздействии (об условиях отсутствия  
демографического цикла)**

Распространенные в настоящее время модели демографической динамики «аграрных» обществ с неизбежностью выводят на понятие демографического цикла, в пределах которого периодически должен происходить «сброс» значительной части населения таких обществ (см., например: Малков, 2008, с. 55). Однако это, видимо, не единственно возможный механизм демографической динамики, и в данной работе предлагается модель общества, в рамках которой обнаруживается возможность такого режима роста населения, который не приводит к формированию демографического цикла.

Хорошо известно, что динамика численности некоторой достаточно изолированной человеческой группы в доиндустриальную эпоху при наличии ограниченной пищевой ресурсной базы может быть описана уравнением Ферхюльста:

$$\frac{dP}{dt} = rP \left( 1 - \frac{P}{K} \right), \quad (1)$$

где  $P$  – численность группы;  $r$  – коэффициент, определяющий скорость роста численности группы;  $K$  – максимально возможная численность группы, обеспечиваемая наличной пищевой базой.

Или в более короткой и удобной для расчетов форме:

$$\frac{du}{dt} = \alpha u - \beta u^2, \quad (2)$$

где  $u = P$ ;  $\alpha = r$ ;  $\beta = r / K$  уравнения (1).

Решением уравнения (2) является функция, носящая название «логистической функции»:

$$u(t) = \frac{u_{\max}}{1 + (u_{\max} / u_o - 1) \exp(-\alpha t)}, \quad (3)$$

где  $u_{\max} = \alpha / \beta$ ;  $u_o = u|_{t=0}$ .

Данная функция имеет вид, изображенный на рисунке 1.

При малых значениях  $t$  функция  $u(t)$  ведет себя почти как экспонента (зона «экспоненциального роста»): численность коллектива увеличивается с возрастающей скоростью.

Однако при дальнейшем увеличении  $t$  скорость роста численности коллектива уменьшается и при больших  $t$  асимптотически стремится к величине  $u_{\max}$  — максимально возможной численности данного коллектива при имеющемся объеме пищевых ресурсов (зона «насыщения»). Зоне «насыщения» соответствует потребление на минимально возможном для индивида уровне («голодный гомеостазис») (Нефедов, 2002, с. 132), из-за чего даже небольшая флуктуация в сторону ухудшения ситуации может иметь для коллектива катастрофические последствия. За короткое время его численность падает в разы, после чего опять наступает стабильность, и цикл повторяется вновь. Такой периодический процесс носит название демографического цикла (Нефедов, 2003, с. 5).

\* \* \*

Рассмотрим теперь ситуацию, в которой действует дополнительное условие, отсутствующее в «классическом» варианте, описываемым уравнением Ферхюльста. Пусть на человеческую группу действует некий внешний негативный фактор, равномерно уменьшающий число членов данной группы (например, это могут быть постоянные

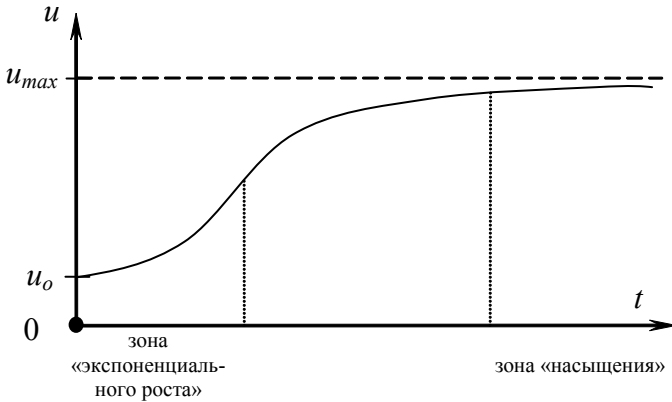


Рис. 1

военные столкновения с другой группой). Тогда описывающее ее демографическую динамику уравнение будет иметь вид:

$$\frac{dv}{dt} = \alpha v - \beta v^2 - A, \quad (4)$$

где  $A$  – убыль численности рассматриваемой группы за единицу времени вследствие «внешнего негативного воздействия».

В правой части (4) имеется квадратный трехчлен относительно  $v$ , и его корнями являются:

$$v_1 = \alpha/2\beta - \sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta},$$

$$v_2 = \alpha/2\beta + \sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta}.$$

При этом уравнение (4) можно представить как

$$\frac{dv}{dt} = -\beta(v - v_1)(v - v_2) \quad (5)$$

или после замены переменной  $w=v-v_1$ ,

$$\frac{dw}{dt} = \gamma w - \beta w^2, \quad (6)$$

где  $\gamma = 2\beta\sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta}$ .

Легко заметить, что при  $A=0$  имеет место равенство  $\gamma=\alpha$ , а уравнение (6) становится обычным уравнением Ферхюльста.

Решением уравнения (6), полностью совпадающим по форме с (2), будет также логистическая функция:

$$w(t) = \frac{\gamma/\beta}{1 + \left(\frac{\gamma/\beta}{w_0} - 1\right) \cdot \exp(-\gamma \cdot t)}. \quad (7)$$

Для нашей искомой функции, описывающей демографическую ситуацию в группе при негативном внешнем воздействии, после обратной замены переменной будем иметь:

$$v(t) = \alpha/2\beta - \sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta} + \frac{2\sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta}}{1 + \left(\frac{2\sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta}}{v_0 - \alpha/2\beta + \sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta}} - 1\right) \cdot \exp(-2\beta\sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta}t)}. \quad (8)$$

Найденное решение  $v(t)$  при  $t=0$  равно  $v_0$ , а при  $t \rightarrow \infty$  оно по форме ведет себя так же, как и обычная логистическая функция, однако при этом стремится не к максимально возможной численности при наличном объеме ресурсов  $v_{max}$ , а к величине

$$v_{пред} = v_2 = \alpha/2\beta + \sqrt{\alpha^2/4\beta^2 - A/\beta} < v_{max}.$$

График данной функции представлен на рисунке 2.

Оказывается, что при наличии некоторого негативного внешнего воздействия численность группы стремится к определенному уровню, величина которого меньше максимально возможной чис-

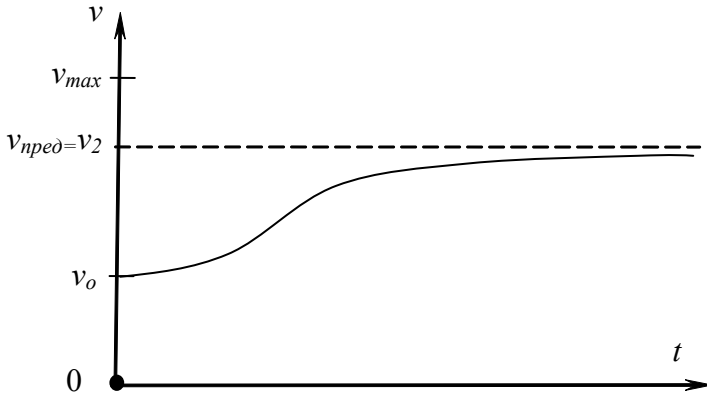


Рис. 2

ленности, ведущей к минимальному душевому потреблению, и данная группа не попадает в ситуацию «голодного гомеостаза», приводящую в конечном итоге к демографической катастрофе.

\*\*\*

Теперь рассмотрим более подробно описывающее в нашем случае демографическую ситуацию уравнение (4). Оно показывает взаимосвязь численности группы и скорости изменения этой численности, что в координатах ( $v$ ;  $\dot{v}$ ) имеет вид перевернутой параболы (рис. 3).

Область значений  $v$  разбивается на три зоны:

Зона 1       $0 \leq v < v_1$        $\frac{dv}{dt} < 0$ .

Зона 2       $v_1 < v < v_2$        $\frac{dv}{dt} > 0$ .

Зона 3       $v > v_2$        $\frac{dv}{dt} < 0$ .



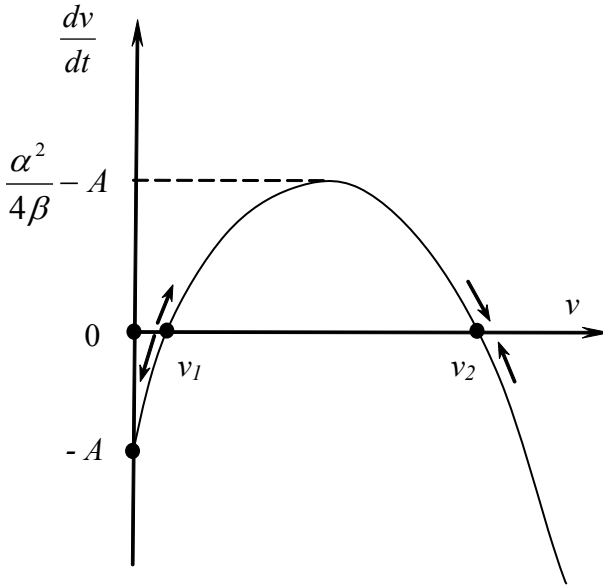


Рис. 3

Эти зоны очевидным образом интерпретируются на содержательном уровне. При первоначальной численности группы  $v_0 < v_1$  (зона 1) результатом «внешнего негативного воздействия» будет постоянное уменьшение  $\frac{dv}{dt} < 0$  количества его членов вплоть до полного исчезновения группы.

Если первоначальная численность группы  $v_1 < v < v_2$  (зона 2), то, несмотря на «внешнее негативное воздействие», она увеличивается  $\frac{dv}{dt} > 0$ , пока не достигнет предельно возможной в данных условиях величины  $v_{пред} = v_2$ .

Если  $v_0 > v_2$  (зона 3), число членов группы убывает до величины  $v_2$ .

Величины  $v_1$  и  $v_2$  оказываются точками соответственно неустойчивого и устойчивого равновесия ( $\frac{dv}{dt} = 0$ ): при малых отклонениях от  $v_1$  число членов группы либо падает до 0, либо возрастает до  $v_2$ ; при малых же отклонениях от  $v_2$  число членов группы возвращается к стабильной ситуации  $v = v_2$ .

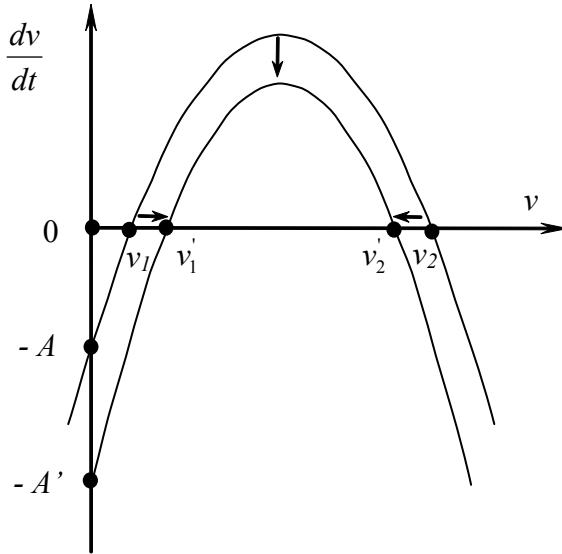


Рис. 4

При увеличении «негативного внешнего воздействия»  $A' > A$  парабола смещается вниз, а точки равновесия двигаются соответственно: неустойчивого – вправо,  $v_1' > v_1$ , устойчивого – влево,  $v_2' < v_2$ , (рис. 4).

Следовательно, при ухудшении «внешнеполитической» ситуации в «зону вымирания» попадают уже группы с большей начальной численностью, а для выживающих групп стабилизация численности происходит на меньшем уровне. В конечном счете при преодолении порогового значения  $A' > \alpha^2 / 4\beta$  парабола полностью уходит под ось абсцисс, а это приводит к тому, что для всех значений  $v$  величина  $\frac{dv}{dt} < 0$  — группа обречена на вымирание.

\*\*\*

В качестве наиболее часто встречающегося «негативного внешнего воздействия» для группы можно предположить военные столкновения с другой группой. При этом такие военные столкнове-

ния окажутся аналогичны «негативным внешним воздействием» и для второй группы. Такую ситуацию могла бы описать система двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = \alpha_1 v - \beta_1 v^2 - \gamma_1 \tilde{v} & (9.1) \\ \frac{d\tilde{v}}{dt} = \alpha_2 \tilde{v} - \beta_2 \tilde{v}^2 - \gamma_2 v & (9.2) \end{cases}$$

Однако решение системы уравнений (9.1), (9.2) представляет собой довольно непростую задачу, и в ситуации, когда ни одна из рассматриваемых групп не попадает в «зону вымирания», удовлетворительным приближением можно считать два независимых уравнения, аналогичных (4):

$$\frac{dv}{dt} = \alpha_1 v - \beta_1 v^2 - A \quad , \quad (10.1)$$

$$\frac{d\tilde{v}}{dt} = \alpha_2 \tilde{v} - \beta_2 \tilde{v}^2 - \tilde{A} \quad . \quad (10.2)$$

Обе группы окажутся в своего рода «клинчевой» ситуации: численность каждой из них будет колебаться вокруг точек устойчивого равновесия  $v_2$  и  $\tilde{v}_2$  вдали от ситуации «голодного гомеостаза», и ни одна из этих групп не будет подвержена демографическому циклу.

Рассмотрим теперь ситуацию нескольких конкурирующих групп. Для каждой из этих  $i$  групп совокупное внешнее воздействие будет носить такой же характер «внешнего негативного воздействия»  $A^{(i)}$ . И опять-таки, если на «ветке вымирания» не окажется ни одной из групп, то для каждой из них демографические показатели будут колебаться вокруг точки устойчивого равновесия  $v_2^{(i)}$  (рис. 5).

\* \* \*

Таким образом, численность человеческой группы, на которую постоянно воздействует внешний негативный фактор, описывается функцией, асимптотически стремящейся к величине, меньшей той численности, которая максимальна для «экологической ниши», занимаемой этой группой. Тем самым для такой человеческой группы не возникает следствия «голодного гомеостаза» — демографический цикл.

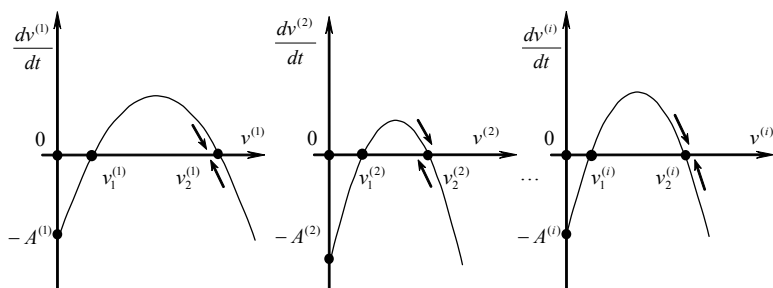


Рис. 5

Чтобы отличить друг от друга два варианта логистической функции, ту из них, которая описывает ситуацию одного доминирующего «центра силы», полностью занимающего всю доступную экологическую нишу и проходящего фазу «голодного гомеостазиса» и демографического кризиса, логично назвать «кризисной», а ту, которая характеризует ситуацию с внешним негативным фактором, — «бескризисной». Такую терминологию естественно распространить и на соответствующие данным функциям логистические кривые. Вариант с единственным или доминирующим «центром силы» в терминах современной политологии можно назвать G1, а «бескризисные» варианты с двумя и более «центрами силы» — G2, G3, ... , Gi.

Что касается конкретно-исторических примеров реализации ситуаций Gi, то для этого требуется углубленная детализация, которая требует проведения серьезных исследований исторической конкретики. Поэтому позволим себе лишь несколько общих замечаний, имеющих гипотетический характер.

Возможно, что ритуальная вражда двух дуально-экзогамных групп не всегда носила ритуальный характер, а первоначально являлась стихийно выработанным механизмом реализации варианта G2 и избегания демографических циклов.

Модель с несколькими «центрами силы», вероятно, может оказаться применимой для описания ситуаций: Северная Британия с VI в. и до нашествия викингов (королевство пиктов/ Дал Риادا/ Стратклайд/ Нортумбрия), Ирландия до английского завоевания,

Северный Йемен/ Южный Йемен, Корея III–VII вв. н.э. (Когуре/ Пэкче; Когуре/ Пэкче/ Силла).

Последний пример интересен еще и тем, что соседний Китай к III в. н.э. уже пережил не один демографический цикл (Нефедов, 2002, с. 5.; 2003, с. 131–142). В отношении же самого Китая представляется, что, по крайней мере, два значительных по продолжительности периода его истории соответствуют не модели G1, а модели Gi. Это, во-первых, период от начала Восточного Чжоу и до становления Старшей Хань. Особенно ярко борьба «центров силы» здесь проявлялась (даже в терминологии!) в период «борющихся царств» — «пяти сильнейших», «семи сильнейших». И, во-вторых, период от начала троецарствия в III в. н.э. и до становления Тан в VII в. н.э. (едва ли для этого времени функциональны такие относящиеся к модели демографического цикла термины, как «период Сжатия» и т.д.).

Представляется также вполне вероятным, что отсутствие выраженных демографических циклов для Византийской империи объясняется постоянно действовавшим «негативным внешним воздействием» в виде тяжелой борьбы на востоке с начала с Ираном, а затем с Арабским халифатом вкупе с постоянными войнами на севере со славянами и тюркскими народами степи.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить благодарность Л.И. Бородкину за ценные замечания по данной работе.

### **Библиографический список**

Малков С.Ю. Социальная самоорганизация и исторический процесс. М., 2008.

Нефедов С.А. Опыт моделирования демографического цикла // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». М., 2002. № 29.

Нефедов С.А. Теория демографических циклов и социальная эволюция древних и средневековых обществ Востока // Восток. 2003. №3.

*С.И. Кропотов, С.В. Ушаков*

**Некоторые статистические  
характеристики распределения  
фрагментов стеклянных сосудов Херсонеса  
и их связь с закономерностями формирования  
культурного слоя**

*Мирону Ильичу Золотареву  
посвящается*

В 1993–1994 гг. в одном из городских кварталов северо-восточного района Херсонеса<sup>1</sup> экспедицией под руководством М.И. Золотарева была обнаружена и раскопана античная водосборная цистерна<sup>2</sup>. Исследование такого рода памятников представляет несомненный интерес для повышения степени изученности материала заполнений водосборных цистерн и колодцев<sup>3</sup> и вместе с тем позволяет отработать ряд методических моментов, связанных с анализом процесса формирования культурного слоя в целом.

Данные об извлеченном из цистерны археологическом материале уже частично публиковались<sup>4</sup>, причем основное внимание при этом было уделено керамическому комплексу. Однако состав обнаруженных здесь находок достаточно разнообразен — это керамика, стекло, монеты и т.д. Входящие в состав засыпи фрагменты стеклянных сосудов ранее специально не рассматривались, и в связи с этим

## Некоторые статистические характеристики распределения...

в статье мы более подробно анализируем некоторые особенности именно этой группы предметов.

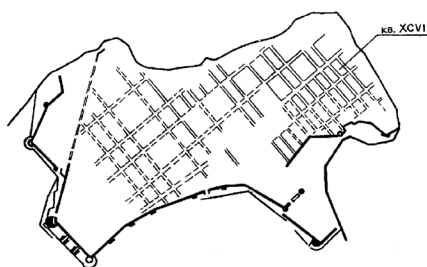
Напомним вначале основные сведения относительно исследуемого сооружения. Водосборная цистерна в помещении № 8, ХСVII квартала Херсонеса вырублена в скале и имеет колоколообразную форму. Ее глубина (считая от поверхности скалы) составляет примерно 3,95 м, а рассчитанный по обмерному чертежу объем — около 14 куб.м. Заполнение цистерны состояло из плотного, почти однородного суглинка, перемешанного с множеством бутовых камней и многочисленными фрагментами керамических сосудов. Суглинистая засыпь перемежалась мощными прослойками раковин морских моллюсков. Бутовый камень располагался преимущественно у стен цистерны. Цвет суглинка был неоднороден. В зависимости от глубины залегания он варьировал различными оттенками — от серого до коричневого цвета.

В таблице 1 приведена общая информация о районе работ, цистерне и фрагментах стеклянных сосудов, извлеченных из нее<sup>5</sup>.

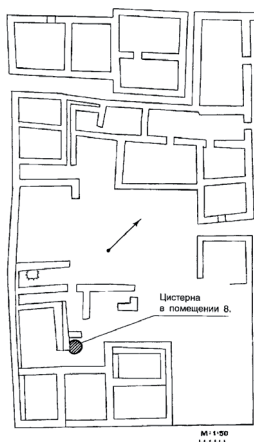
Стеклянные изделия в засыпи цистерны относительно немногочисленны. По данным полевой описи<sup>6</sup>, в процессе проведения раскопок в ней был обнаружен 71 фрагмент стеклянных сосудов, а именно: 38 венцов, 1 горло, 2 ручки, 29 доньев и 1 стенка. Они принадлежат позднеантичным стаканам, кубкам, чашам и кувшинам<sup>7</sup>. Сосуды этих типов были широко распространены как в Причерноморье<sup>8</sup>, так и в Западной Римской империи. Даты их бытования не выходят за рамки I — начала V в., причем основная часть относится к IV в.<sup>9</sup>

Следует отметить, что стеклянные предметы (бусы, браслеты, сосуды, лампы и т.д.) достаточно часто встречаются в составе культурного слоя древних городов, и их изучению посвящено значительное количество публикаций. Так, например, типология сосудов из стекла позднеантичного времени в Причерноморье изучалась Н.П. Сорокиной<sup>10</sup>. Античное стекло из собраний Эрмитажа опубликовано отдельной книгой<sup>11</sup>. Вопросы стеклоделия в самом Херсонесе затрагивались в работах Г.Д. Белова<sup>12</sup>, а ранневизантийскому стеклу из раскопок Херсонеса посвящена диссертация<sup>13</sup> и ряд статей<sup>14</sup>, опубликованных Л.А. Голофаст. Помимо историко-типологических исследований изделий из стекла, в их изучении широко используются методы естественных наук для проведения спектрального анализа, определения химического состава и т.п. Это преимущественно

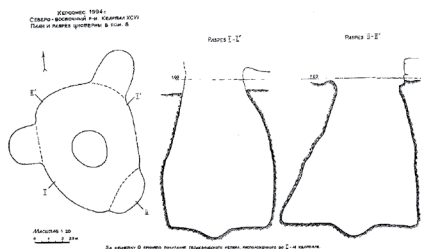
Общие сведения о районе работ  
и исследуемом материале



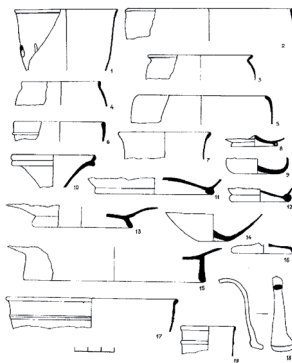
План Херсонесского городища  
и место раскопок



Общий план квартала ХСVII  
и цистерна



План и разрезы водосборной цистерны  
в помещении №8



Фрагменты  
стеклянных сосудов



### Некоторые статистические характеристики распределения...

технологическое направление представлено, например, в работах Ю.П. Шаповой<sup>15</sup>.

Тем не менее сосуды из стекла остаются все еще слабо изученными. Во многом это связано со значительной механической хрупкостью, которая и предопределяет их плохую сохранность. Можно было бы продолжить исследование имеющихся в нашем распоряжении находок в типологическом или технологическом направлении. Однако следует учитывать ряд особенностей этих предметов и засыпи цистерны, из которой они происходят: 1) строительные остатки современных цистерн жилых комплексов не сохранились; 2) стеклянные фрагменты достаточно разнородны и сильно деформированы; 3) точное время и последовательность этапов образования засыпи известны приближенно. Все это значительно затрудняет работу с материалом. В таких условиях археологу обычно приходится иметь дело не с закрытыми археологическими комплексами (образованными единовременно или таким образом, что стратиграфическое расположение культурного слоя в них совпадает с процессом его естественного напластования), а с частично или полностью переотложенными засыпями. К этой группе могут быть отнесены разноплановые памятники, но прежде всего подобный характер отложений относится к так называемым мусорным засыпям, каковыми в большинстве случаев и является содержимое цистерн и колодцев. Период их заполнения чаще всего значительно отстоит от времени сооружения, а извлекаемый из них материал может быть как последовательно отложенным после завершения использования сооружения по его основному назначению и представлять собой закрытый археологический комплекс, так и быть многократно переотложенным из других мест либо составлять сумму переотложенного и естественно отлагающегося материала. Все это является вполне типичным для Херсонеса, чье развитие и формирование происходило на протяжении многих веков.

В связи с этим обратим внимание на ряд обстоятельств, носящих достаточно общий характер. Образующийся в процессе человеческой деятельности материальный (культурный) слой представляет собой сложную многокомпонентную смесь. Его толщина, интенсивность отложения и богатство археологических материалов зависят от многих условий. В составе слоя засыпи наряду с землей, камнями и т.п. могут находиться как целые предметы, так и их фрагменты. Количество и степень их сохранности определяются различными причинами и тес-

но связаны с условиями формирования археологического памятника. Можно утверждать, что именно детальное исследование особенностей количественного распределения фрагментов в слое засыпи позволит более обоснованно говорить как об истории образования конкретного памятника, так и осуществить переход к историко-культурным реконструкциям более высокого уровня обобщения.

В процессе попадания в состав слоя засыпи целые предметы (различные сосуды, столовая посуда, инструменты и т.д.) и их фрагменты с определенной вероятностью будут деформироваться. Ясно, что эта вероятность зависит от многих факторов, среди которых наиболее существенными являются:

— индивидуальные свойства предметов (их размеры и соотношения между ними, материал, из которого они изготовлены и его прочностные свойства);

— абсолютное время попадания объекта в состав слоя, а также его абсолютный и относительный возраст (время бытования данного типа объектов) и массовость производства;

— число циклов переотложения, которые объект претерпел к моменту своего отложения в засыпи;

— начальная степень деформации объекта;

— условия попадания объекта в слой и общая характеристика слоя в целом (физические состав и свойства подстилающей поверхности на момент попадания объекта в слой, высота падения предмета, состав и свойства сопутствующего материала, мощность вышележащих слоев и т.д.).

Все эти обстоятельства оказывают влияние на количество и распределение по размерам каждой группы предметов, а также на их соотношение с другими объектами в составе культурного слоя, в которых отражается как история того или иного этапа развития человеческого общества, так и история образования данного участка отлагающейся засыпи. От полноты и методической корректности количественной и качественной фиксации сведений об извлекаемом в процессе раскопок материале во многом зависит успешность последующего анализа и степень осмысления закономерностей образования исследуемого памятника. Следует особо подчеркнуть, что все компоненты, входящие в состав культурного слоя, в той или иной степени связаны между собой. Здесь нет и не может быть лишней информации. Вопрос заключается лишь в том, насколько мы можем правильно ее извлечь, зафиксировать и использовать.

### Некоторые статистические характеристики распределения...

Процесс расшифровки записанных в составе и структуре культурного слоя сведений и последующая историческая реконструкция и составляют основы предмета археологических исследований. Вместе с тем эта тема остается все еще недостаточно разработанной в археологической литературе, хотя время от времени она и затрагивается некоторыми авторами<sup>16</sup>.

Таким образом, к изучению материальных предметов и их фрагментов, извлеченных из слоя засыпи, наряду с типологическим и/или технологическим направлением может быть применен и другой подход — подробное исследование статистических особенностей их количественного и размерного распределения в составе культурного слоя. Выше уже отмечалось, что эти особенности хранят информацию как о специфических свойствах данной группы предметов, так и о характере, времени и условиях формирования засыпи в целом. Их детальный анализ может пролить свет на многие моменты процесса образования культурного слоя. В связи с этим в данной статье считаем целесообразным развить именно эту линию исследований, и ниже на примере конкретного фактического материала — фрагментов стеклянных сосудов позднеантичного времени — рассмотрим как индивидуальные количественные особенности этой группы находок, так и их взаимосвязь с условиями формирования слоя засыпи.

В качестве числовых параметров, характеризующих венцы и донья сосудов, можно использовать их индивидуальные размеры (диаметры  $D$ , измеряемые в см) и степень сохранности фрагментов, выраженную в градусной мере величины дуги сохранившейся части профиля (угол  $\pm$  в град.). Так как ручки и обломки стенок составляют всего 4,2% от имеющейся в нашем распоряжении выборки, то ввиду их малочисленности в дальнейшем они рассматриваться не будут; еще для 7 (9,8%) доньев и 1 (1,4%) венца по материалам описи не удалось установить полного набора измеряемых параметров ( $\pm$ ,  $D$ ). Оставшаяся часть венцов и доньев составляет 84,5% и для них получены данные измерений как сохранности ( $\pm$ ), так и размера ( $D$ ). Таким образом, 95,8% всех фрагментов стекла, извлеченных из цистерны, в той или иной степени могут быть подвергнуты статистическому анализу.

Приступая к количественному анализу данных, прежде всего необходимо получить самое общее представление об имеющемся материале. Наиболее подходящими для этих целей являются распределения венцов и доньев по размерам ( $D$ ) и углам сохранности профиля ( $\pm$ ).

На рисунке 1 они представлены эмпирическими выборочными функциями распределения венцов ( $P_v$ ) и доньев ( $P_d$ ) по диаметрам ( $D$ )  $P_{vD}$ ,  $P_{dD}$  и углам сохранности ( $\pm$ )  $P_{v\pm}$ ,  $P_{d\pm}$ , соответственно, рассчитанными для всей засыпи цистерны в целом. Их значения выражают относительную частоту встречаемости (вероятность) найти объект с данным значением диаметра или угла в составе выборки и определяются как отношение числа предметов, попавших в заданный интервал значений ( $\pm$  или  $D$ ), к полному числу предметов.

Из приведенных на рисунке 1 данных хорошо видно, что функции  $P_v$  и  $P_d$  имеют существенно асимметричный вид, особенности которого заслуживают самостоятельного исследования. Стандартными методами математической статистики могут быть получены различные количественные характеристики этих распределений (средние значения, среднеквадратические отклонения, моды и т.д.)<sup>17</sup>, однако в данной статье мы воспользуемся лишь минимально необходимым числом расчетных параметров.

Обращает на себя внимание тот факт, что функции распределения венцов и доньев по диаметрам  $P_{vD}$ ,  $P_{dD}$  имеют похожий вид, а функции распределения по углам сохранности  $P_{v\pm}$ ,  $P_{d\pm}$  значительно отличаются друг от друга. Такие различия обусловлены тем, что в  $P_{vD}$ ,  $P_{dD}$  отражена информация о разнообразии размеров фрагментов стеклянных сосудов в засыпи (в значительной мере связанного с индивидуальными особенностями сосудов, образующих комплекс находок), в то время как функции распределения венцов и доньев по углам сохранившейся части профиля  $P_{v\pm}$ ,  $P_{d\pm}$  содержат сведения как о самой их деформированности, так и об устойчивости к ней. Проведенный анализ показывает, что среди имеющихся в нашем распоряжении фрагментов наиболее распространенным диапазоном диаметров для венцов является интервал 6–7 см. (23,68%), а для доньев — 3–4 см (48,28%). Кроме того, для 54,54% доньев с диаметрами  $D \delta 4$  см значение степени сохранности  $\pm_d$  составляет  $360^\circ$ . Следовательно, при образовании исследуемого культурного слоя они остались недеформированными (не расколотыми). Именно этот факт и объясняет различие в распределениях  $P_{v\pm}$  и  $P_{d\pm}$ , приведенных на рисунке 1 (б, г).

В процессе раскопок засыпь цистерны изучалась послойно. Вследствие этого материал из нее извлекался порциями и распределен по девяти слоям— $i$ , разного объема. Фрагменты стеклянных сосудов были обнаружены в шести слоях. Там ( $i=3,7,8$ ), где их число до-

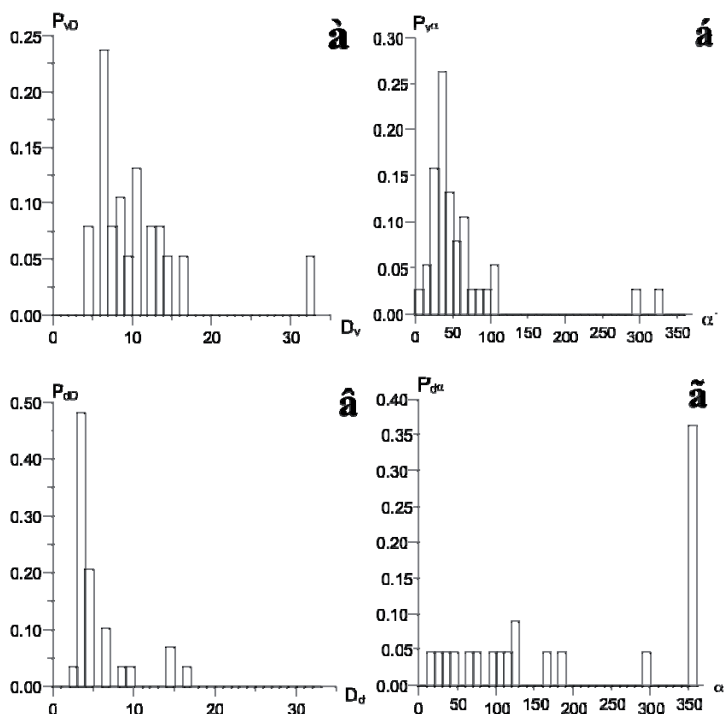


Рис. 1. Выборочные функции распределения фрагментов стеклянных сосудов из засыпи водосборной цистерны по диаметрам  $D$ , см —  $P_{vD}$ ,  $P_{dD}$  и углам  $\alpha$ , град. —  $P_{v\alpha}$ ,  $P_{d\alpha}$  для венцов (а, в) и доньев (б, г) соответственно

статочного велико, в результате проведенных расчетов установлена близость полученных для этих слоев (i) функций распределения  $P_{ivD}$ ,  $P_{idD}$  и  $P_{iv\alpha}$ ,  $P_{id\alpha}$  функциям, приведенным на рисунке 1 для всей засыпи цистерны в целом. Это может указывать на статистическую однородность рассматриваемого материала.

Вместе с тем оказалось, что число венцов и доньев неравномерно распределено по глубине цистерны. Данные об их количестве и некоторых средних значениях приведены в таблице 2.

Интересно рассмотреть вопрос о совместном нахождении венцов и доньев в слое засыпи. На рисунке 2 представлены данные о взаим-

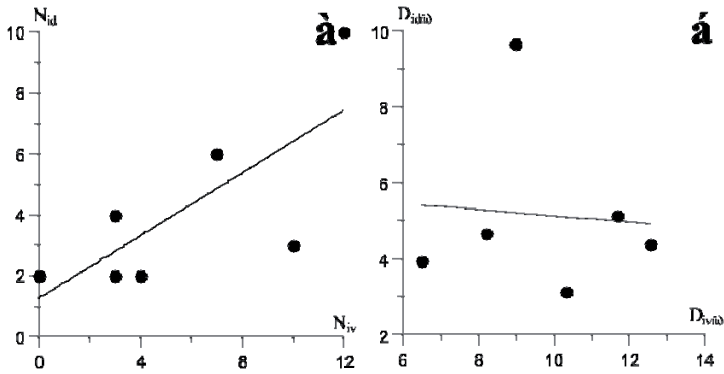


Рис. 2. Взаимосвязь между числом фрагментов доньев  $N_{id}$  и венцов  $N_{iv}$  (а) стеклянных сосудов и их средним диаметрами  $D_{idcp}$  и  $D_{ivcp}$ , см (б) в различных слоях засыпи водосборной цистерны

ном изменении количества доньев  $N_{id}$  и венцов  $N_{iv}$  в слое (а) и средних по слою диаметров доньев  $D_{idcp}$  и венцов  $D_{ivcp}$  (б).

Из приведенных графиков видно, что в засыпи число доньев растет примерно пропорционально числу венцов, а средний диаметр доньев практически не зависит от среднего диаметра венцов. Такой характер зависимостей в первом приближении может указывать на то, что венцы и донья принадлежат типологически различным стеклянным сосудам и попадали в засыпь независимо друг от друга.

Важным для исследуемых находок является установление соотношения между величиной угла сохранности профиля  $\pm$  и соответствующим ей диаметром  $D$ . Такие соотношения для венцов и доньев, полученные для всей засыпи цистерны в целом, показаны на рисунке 3.

В дважды логарифмических координатах приведенные на рисунке 3 зависимости  $\pm$  от  $D$  близки к линейным, и, следовательно, можно предположить, что они могут быть аппроксимированы степенной зависимостью

$$\pm = a \cdot D^b. \quad (1)$$

Таблица 2

Некоторые статистические характеристики распределения фрагментов  
профильных частей стеклянных сосудов позднеантичного времени  
в различных слоях засыпи водосборной цистерны

Слой	$N_{\text{пер, M.}}$	$N_{\text{IV}}$	$N_{\text{Id}}$	$N_{\text{IV+D}}$	$D_{\text{IVep}}$ , см.	$\pm_{\text{IVep}}$ , град.	$D_{\text{IVep}}$ , см.	$\pm_{\text{IVep}}$ , град.	$D_{\text{IVep}}$ , см.	$\pm_{\text{IVep}}$ , град.	$D_{\text{IVep}}$ , см.	$\pm_{\text{IVep}}$ , град.
1	0,85	3	4	7	10,33	62	8,5 <sup>*2</sup>	76 <sup>*2</sup>	3,318	3,17 <sup>*2</sup>	360 <sup>*2</sup>	
2	1,85	3	2	5	53,3		7 <sup>*2</sup>	67,5 <sup>*2</sup>	9,65	16 <sup>*1</sup>	28 <sup>*1</sup>	
3	2,15	12	10	22	11,68	32,25	7,6 <sup>*7</sup>	38,71 <sup>*7</sup>	5,13	6,88 <sup>*6</sup>	167,8 <sup>*6</sup>	82,5 <sup>*2</sup>
7	3,45	7	6	13	12,57	48,57	7,5 <sup>*2</sup>	50 <sup>*2</sup>	4,383	4,383	123,33	6 <sup>*1</sup>
8	3,675	10	3	13	8,22	42,89	7,714 <sup>*7</sup>	41,57 <sup>*7</sup>	4,67	4,67	253,3	8 <sup>*1</sup>
8-9	3,75	4	2	6	6,5	173,7	7,33 <sup>*3</sup>	135,0 <sup>*3</sup>	3,95	3,95	360	
9	3,825	0	2	2					10,25	10,25	155	6,5 <sup>*1</sup>

**Примечание:** Здесь и далее в тексте статьи приняты следующие обозначения:  $N_{\text{пер}}$  — средняя глубина i-го слоя засыпи;  $N_{\text{IV}}$  и  $N_{\text{Id}}$  — число венцов и доньев в слое;  $N_{\text{IV+D}}$  — суммарное число венцов и доньев в слое;  $D_{\text{IVep}}$  и  $D_{\text{IVep}}$  — средние значения диаметров венцов и доньев в слое;  $\pm_{\text{IVep}}$  и  $\pm_{\text{IVep}}$  — средние углы дуг сохранившихся фрагментов венцов и доньев в слое;  $D_{\text{IVep}}$  и  $\pm_{\text{IVep}}$  — средние значения диаметров и углов сохранности доньев, для каждого из которых известны оба эти параметра;  $D_{\text{IVep}}$  и  $\pm_{\text{IVep}}$  — средние значения диаметров и углов венцов и доньев, принадлежащих интервалу диаметров 6–10 см.;  $D_{\text{IVep}}$  и  $\pm_{\text{IVep}}$  — средний индекс — \* указывает на то, что отмеченные им средние значения параметров были рассчитаны по числу измерений, равному рядом стоящему с ним числу, в ряде случаев отличному от полного соответствующего данному слою значения  $N_i$  (для этих фрагментов известны и  $D$  и  $\pm$ ).

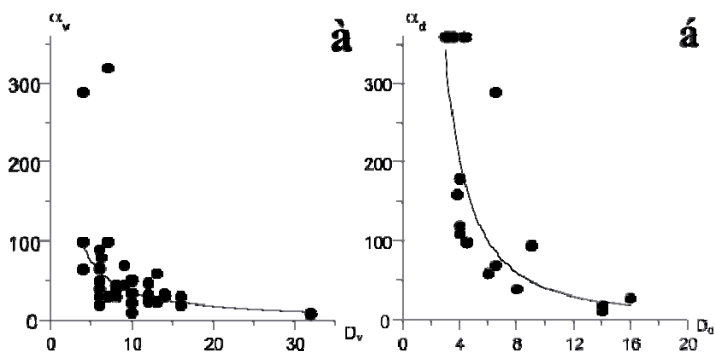


Рис. 3. Зависимость угла сохранности профиля  $\alpha$ , град. от диаметра  $D$ , см для венцов (а) и доньев (б) фрагментов стеклянных сосудов из засыпи водосборной цистерны

Коэффициенты  $a$  и  $b$  этого уравнения, полученные методом наименьших квадратов, для засыпи цистерны в целом и для отдельных ее слоев ( $i$ ) приведены в таблице 3.

Анализ числовых значений коэффициентов  $a$  и  $b$  позволяет установить, что они не являются постоянными по глубине цистерны величинами и, как следует из данных рисунка 4, немонотонно изменяются со средней глубиной слоя засыпи  $H_{icp}$ , м.

Кроме того, между коэффициентами  $a$  и  $b$  существует зависимость, наглядное представление о характере которой можно получить из приведенных на рисунке 5 графиков.

Сплошные линии на рисунке 5 являются аппроксимационными кривыми (полученными методом наименьших квадратов), которые могут быть описаны в виде уравнений:

$$b_v = -0.373188 \cdot \text{Log}(a_v) + 1.20367, \quad (2)$$

$$b_d = -0.469148 \cdot \text{Log}(a_d) + 1.74701 \quad (3)$$

— для венцов и доньев, соответственно. Выбор такой формы этих уравнений обусловлен тем, что в полулогарифмических координатах связь между коэффициентами  $a$  и  $b$  близка к линейной. **Их нелинейный характер и, вообще говоря, само его существование свидетельствует о сложном, но подчиняющемся определенным закономерностям**



*Таблица 3*

**Коэффициенты уравнения  $\pm=a \cdot D^b$  для венцов ( $a_v, b_v$ ) и доньев ( $a_d, b_d$ ) в различных слоях засыпи водосборной цистерны**

Слой	Число венцов, $N_v$	Коэффициент $a_v$	Коэффициент $b_v$	Число доньев, $N_d$	Коэффициент $a_d$	Коэффициент $b_d$
Засыпь в целом	38	410,19	-1,05282	22	2367,7	-1,75763
Слой 1 (0–1,70 м)	3	2012,63	-1,55916	2 (одинаковые значения $\pm$ )	360	0
Слой 2 (1,70–2,00 м)	3	1473,97	-1,60994	1		
Слой 3 (2,00–2,30 м)	12	220,782	-0,892626	6	4241,16	-2,06505
Слой 7 (3,30–3,60 м)	7	385,94	-0,98999	6	2549,47	-2,10691
Слой 8 (3,60–3,75 м)	9	99,1043	-0,450343	3	4218,28	-2,24017
Слой 8–9 (3,60–3,90 м)	4	2644,41	-1,71927	2 (одинаковые значения $\pm$ )	360	0
Слой 9 (3,75–3,90 м)	0			2	197552	-3,97552

**процессе деформации фрагментов стеклянных сосудов в слое засыпи.** Выявление полного набора факторов, от которых зависит этот процесс, может составить предмет самостоятельного исследования.

Следует отметить, что вид аппроксимирующего уравнения (1) и связанных с ним зависимостей (2), (3) является в этом случае хотя и вполне удобным для описания имеющихся в нашем распоряжении данных, но далеко не единственным и никак не окончательным. Так, исходя из естественных физических соображений, ясно, что при значении диаметра  $D$ , стремящимся к нулю, угол сохранности профиля  $\pm$  не может составлять величину, превосходящую 360

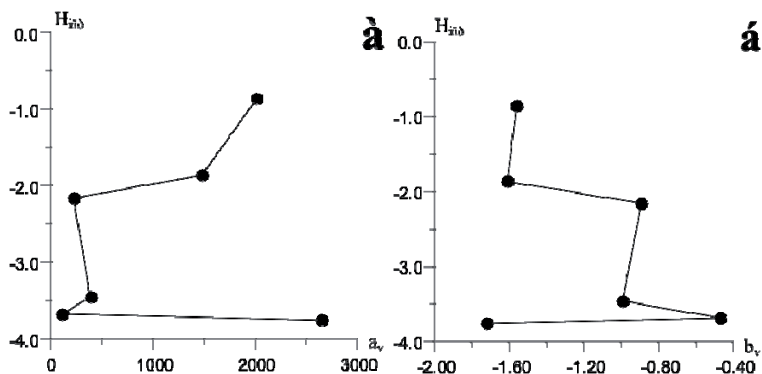


Рис. 4. Изменчивость коэффициентов  $a_v$  (а) и  $b_v$  (б) для фрагментов венцов стеклянных сосудов в зависимости от средней глубины слоя засыпи водосборной цистерны  $H_{исп}$ , м

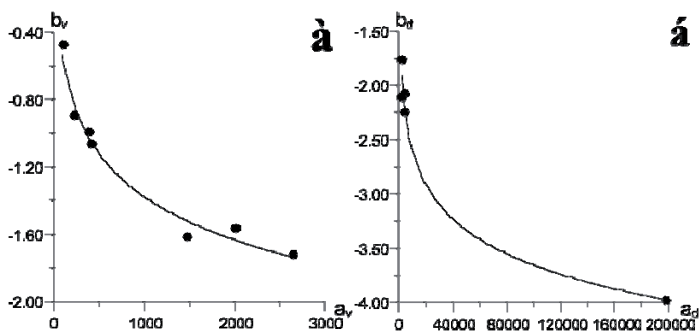


Рис. 5. Взаимосвязь между коэффициентами  $a$  и  $b$  регрессионных уравнений  $\pm = a \cdot D^b$  для фрагментов венцов (а) и доньев (б) стеклянных сосудов в различных слоях засыпи водосборной цистерны

и, в общем случае, нужно искать более адекватную функциональную форму для уравнения (1). Это накладывает определенные ограничения на его использование, однако оно само и входящие в него коэффициенты могут быть приняты как некоторые интегральные характеристики материала, содержащегося в слое, и использованы для анализа процесса образования засыпи цистерны. Таким образом,

### Некоторые статистические характеристики распределения...

вопрос поиска оптимального аппроксимационного уравнения зависимости  $\pm$  от  $D$  представляет отдельную задачу и нуждается в привлечении определенных физических представлений об особенностях разрушения стеклянных сосудов в засыпи, а также в дополнительном фактическом материале. Он далеко выходит за рамки настоящей статьи и требует проведения специальным образом спланированных работ. Здесь же важно подчеркнуть прежде всего то, что изменение размерных параметров фрагментов профильных частей стеклянных сосудов в засыпи цистерны не является случайным, а подчиняется вполне четким закономерностям, точный характер которых еще предстоит установить.

Получив представление об общих количественных характеристиках имеющегося у нас материала, попытаемся теперь выяснить некоторые особенности последовательности формирования изучаемой засыпи. С этой целью обратимся к наиболее массовой группе фрагментов стеклянных сосудов, присутствие которых характерно для всех или большинства слоев цистерны, и в то же время являющейся достаточно однородной и в значительной степени склонной к деформации. Из данных рисунка 1 и сравнительного анализа результатов расчетов, выполненных для различных размерных фракций венцов и доньев, следует, что в качестве такой группы объектов могут быть выбраны венцы в интервале диаметров 6–10 см, на долю которых приходится 62,5% всех находок венцов в засыпи.

Исследования показывают, что средние по слою ( $i$ ) углы сохранности венцов  $\pm_{ivcp}$  изменяются в зависимости от среднего диаметра  $D_{ivcp}$  (рис. 6а) и взаимосвязь между ними может быть аппроксимирована уравнением

$$\pm_{ivcp} = 3353.96 * (D_{ivcp})^{-1.80236}, \quad (4)$$

в то время как средние в интервале диаметров 6–10 см углы сохранности  $\pm_{ivcp}^{6\&10}$  слабо зависят от соответствующих им средних диаметров  $D_{ivcp}^{6\&10}$  (см. рис. 6б). Следовательно, можно ожидать, что изменения  $\pm_{ivcp}^{6\&10}$  с глубиной определяются не столько обнаруженной ранее зависимостью  $\pm$  от  $D$  (см. рис. 3), а другими факторами, установление которых и представляет интерес.

Если предположить, что при поступлении в состав культурного слоя фракция венцов с диаметрами 6–10 см имела примерно одинаковые значения углов сохранности  $\pm$ , то вполне естественно

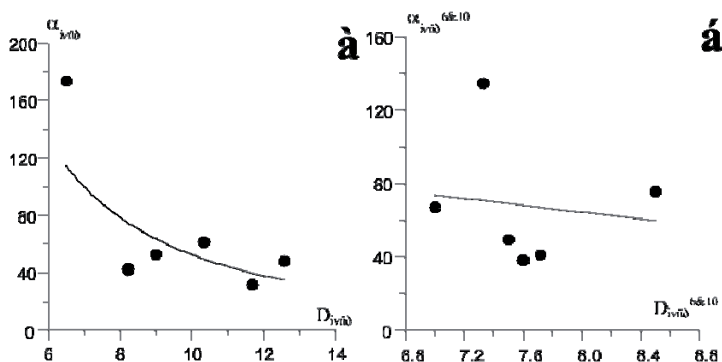


Рис. 6. Взаимосвязь между средними значениями  $\pm_{ivcp}$ , град.,  $D_{ivcp}$ , см (а) и  $\pm_{ivcp}^{6\&10}$ , град.,  $D_{ivcp}^{6\&10}$ , см (б) для фрагментов венцов стеклянных сосудов в слоях засыпи водосборной цистерны

ожидать, что по мере последовательного увеличения глубины слоя засыпи цистерны величина  $\pm_{ivcp}^{6\&10}$  будет уменьшаться. На большую глубину цистерны фрагменты падают с большей высоты и, таким образом, обладают большей энергией при соударении с подстилающей поверхностью и испытывают на себе более сильные удары со стороны других предметов, падающих в цистерну. Кроме того, в процессе включения в состав слоя засыпи они испытывают большее давление вышележащих слоев. Все это при прочих равных условиях способствует тому, что при последовательном отложении слоев одноразмерные фракции сходных объектов с примерно одинаковой начальной степенью разрушения окажутся сильнее деформированными в более глубоко лежащих слоях. Это позволяет рассчитывать на то, что в данном случае венцы стеклянных сосудов из диапазона диаметров 6–10 см могут быть использованы в качества естественных меток, маркирующих процесс образования засыпи цистерны, а количественные значения углов  $\pm_{ivcp}^{6\&10}$  будут отражать направленность и последовательность этапов заполнения цистерны.

Приведенные на рисунке 7а данные показывают, что величины  $\pm_{ivcp}^{6\&10}$  сильно связаны со значениями  $\pm_{ivcp}$ . Это отражает тот факт, что венцы с диаметрами 6–10 см являются достаточно репрезентативными для всей выборки в целом.

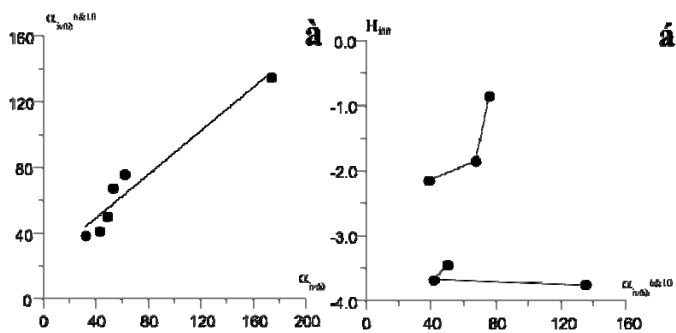


Рис. 7. Зависимость  $\pm_{ивср}^{6\&10}$  от  $\pm_{ивср}$ , град. (а) и изменчивость  $\pm_{ивср}^{6\&10}$ , град. с глубиной слоя  $H_{иср}$ , м (б) для фрагментов венцов стеклянной посуды из засыпи водосборной цистерны

Представленная на рисунке 7б зависимость  $\pm_{ивср}^{6\&10}$  от средней глубины  $i$ -го слоя засыпи  $H_{иср}$  имеет сложный немонотонный характер. Учитывая вышесказанное, крайне неожиданным является получение значения  $\pm_{ивср}^{6\&10} = 135^\circ$  на глубине  $H3,85$  м. При условии, что в вышележащих слоях величины  $\pm_{ивср}^{6\&10}$  не превосходят  $80^\circ$ , ясно, что отложение культурного слоя на этой глубине обладает определенной спецификой и заслуживает особого внимания.

Сравнительный анализ рисунков 7б и 4 обнаруживает их значительное сходство. Как показывают проведенные расчеты, аналогичная закономерность изменения  $\pm$  с глубиной слоя  $H_{иср}$  имеет место и для других размерных фракций венцов в выборке (что указывает на сохранение характера образования засыпи для всей совокупности венцов в целом). Дополняют обнаруженную тенденцию и другие данные, приведенные в таблице 2.

Из рисунка 7б можно на основании изменений  $\pm_{ивср}^{6\&10}$  с глубиной выделить в засыпи цистерны три этапа ее образования: первый этап соответствует отложению слоя  $H3,90-3,70$  м; второй этап — слоя  $H3,75-2,60$  м; к третьему этапу относится заполнение верхней части цистерны —  $H2,60-0$  м.

Значительное увеличение  $\pm_{ивср}^{6\&10}$  на глубине  $H3,85$  м может быть объяснено тем, что на дне цистерны был обнаружен слой ила, который на момент падения на него хрупкого предмета мог быть в жидком состоянии. Это, вероятно, способствовало более высокой степени

сохранности фрагмента стеклянного сосуда, чем можно было бы ожидать, исходя из характера изменчивости  $\pm_{ивср}^{6\&10}$  в более близких к поверхности слоях (см. рис. 7б). Состояние деформированности ряда других находок<sup>18</sup>, обнаруженных в слое НЗ,85–3,90 м, по-видимому, свидетельствует в пользу сделанного предположения.

Полученное на основе приведенной информации разделение засыпи на три крупных этапа отложения хорошо согласуется со стратиграфией цистерны, построенной на основании анализа цветов грунта<sup>19</sup>, ее заполняющего. Следовательно, предпринятые нами усилия вполне оправданы и позволили на основании различных количественных данных установить некоторые из временных особенностей образования рассматриваемого слоя отложений. Кроме того, приведенная выше информация может послужить исходной базой для постановки задач математического моделирования формирования культурного слоя.

Таким образом, в результате проведенных исследований, мы смогли: 1) сформулировать основные моменты, определяющие процесс формирования культурного слоя и степень сохранности предметов в нем; 2) оценить ряд статистических свойств и закономерностей распределения фрагментов стеклянных сосудов в слое засыпи водосборной цистерны; 3) выявить наличие нелинейной взаимосвязи между углом сохранности ( $\pm$ ) и диаметром ( $D$ ) для венцов и доньев стеклянных сосудов; 4) на основании независимых значений количественных параметров выделить три основных этапа в последовательности образования культурного слоя, накопленного в полости изучаемого водосборного резервуара; 5) сформировать некоторые количественные основы для проведения работ по математическому моделированию процессов образования культурного слоя в целом и распределения фрагментов предметов материальной культуры в нем.

Очевидно, что можно было бы использовать и другие количественные характеристики изучаемых фрагментов. Так, например, в ряде случаев полезно и представляет интерес рассмотреть отношение  $\pm$  к  $D$  (которое является удельной величиной). В нашем случае это, однако, уже мало что добавит к сказанному выше, и здесь мы завершим предпринятое описание имеющегося в нашем распоряжении массива фрагментов стеклянных сосудов.

В заключение обратим внимание на то, что проведенный анализ даже этой незначительной доли материала, извлеченного из цис-

## Некоторые статистические характеристики распределения...

терны, нельзя считать исчерпывающим и окончательным. Он все еще продолжает заслуживать самого пристального внимания. Например, важно провести сопоставление приведенных в данной статье результатов с количественными характеристиками других групп находок (амфор, столовой посуды и др.) как из засыпи данной античной водосборной цистерны, так и из засыпей других археологических памятников Херсонеса. Это позволит более детально описать и изучить как сами конкретные предметы человеческой деятельности, так и процесс формирования культурного слоя в целом. Однако для этого необходимо проведение новых исследований.

### Примечания

- <sup>1</sup> В процессе проведения работ квартал получил порядковый номер ХСVI, однако в последней публикации материалов раскопок (Золотарев М.И., Ушаков С.В. Новые исследования в северо-восточном районе Херсонеса (средневековые памятники) // Россия—Крым—Балканы: Диалог культур: науч. докл. междунар. конф. Екатеринбург, 2004. С. 194—197) мы вернулись к той нумерации, которая для него является традиционной — ХСVII (Романчук А.И. Херсонес XII—XIV вв. Историческая топография. Красноярск, 1986, рис. 1).
- <sup>2</sup> Золотарев М.И., Коробков Д.Ю., Ушаков С.В. О принципах изучения античных водосборных цистерн. Севастополь, 1997. 78 с.
- <sup>3</sup> См.: Рыжов С.Г. Керамический комплекс III—IV вв. н.э. из северо-восточного района Херсонеса // Античная культура Северного Причерноморья в первые века нашей эры. Киев, 1986; Седикова Л.В. Комплекс находок позднеантичного времени из цистерны в VI квартале Херсонеса // ХСб. 1996. Вып. VII; Золотарев М.И. и др. Указ. соч.
- <sup>4</sup> Золотарев М.И. и др. Указ. соч.
- <sup>5</sup> Подробно. см.: Золотарев М.И. и др. Указ. соч. (рис. 1, 2, 3, 11).
- <sup>6</sup> Золотарев М.И. Полевая опись находок из раскопок кв. ХСVI (пом. №8, цистерна) в северо-восточном районе Херсонеса в 1994 г. // Архив НЗХТ. Д. № 3219/II.
- <sup>7</sup> Золотарев М.И. и др. Указ. соч. С. 25.
- <sup>8</sup> Сорокина Н.П. Стекло из раскопок Пантикапея 1945—1959 гг. // МИА. 1962. №103 (рис. 18. III—IV вв.; Сорокина Н.П. О стеклянных сосудах с каплями синего стекла из Причерноморья // СА. 1971. №4; Сорокина Н.П. Позднеантичное и раннесредневековое стекло с Таманского городища // Керамика и стекло древней Тмутаракани. М., 1963.
- <sup>9</sup> Goethert-Polaschek. Kattalog der romischen Glaser des Rheinischen Landes-museums. Trier. Mainz am Rhein, 1977.

- <sup>10</sup> Сорокина Н.П. О стеклянных сосудах с каплями синего стекла из Причерноморья // СА.1971. №4.
- <sup>11</sup> Античное стекло в собрании Эрмитажа. СПб., 1997.
- <sup>12</sup> Белов Г.Д. Стеклоделие в Херсонесе // СА. 1965. №3; Белов Г.Д. Стеклоделательная мастерская в Херсонесе // КСИА. 1968. Вып. 116.
- <sup>13</sup> Голофаст Л.А. Стекло ранневизантийского Херсонеса: автореф. дис... канд. ист. наук. М., 1998.
- <sup>14</sup> Голофаст Л.А. Рюмки из раскопок ранневизантийского Херсонеса // АДСВ. 1998. Вып. 29; Стекланные осветительные приборы позднеантичного и раннесредневекового Херсонеса // Древности 1997–1998. Харьков, 1999; Стекло ранневизантийского Херсонеса // МАИЭТ. 2001. Вып. VIII.
- <sup>15</sup> См. например: Шапова Ю.А. О химическом составе древнего стекла // СА. 1977. №3; Очерки истории древнего стеклоделия: по материалам долины Нила, Ближнего Востока и Европы. М., 1983; Химико-технологическое изучение стекол из мастерской на городище Селитренное // СА. 1984; История древнего стеклоделия и методы естественных наук (стратегия, тактика, основные проблемы и перспективы) // Международная конференция по применению методов естественных наук в археологии. СПб., 1994. Этому же автору принадлежит и ряд публикаций по вопросам морфологии и типологии в археологии: Шапова Ю.А. Археология и морфология // СА. 1991. №2; Описание, классификация и эволюционные закономерности в развитии древних вещей // РА, 1994. №2; Еще раз о типологическом методе в археологии, типах и типологиях // Историческая археология. Традиции и перспектива. М., 1998.
- <sup>16</sup> См. подробнее, например: Каменецкий И.С. К теории слоя // Статистико-комбинаторные методы в археологии. М., 1970.
- <sup>17</sup> Необходимую информацию по статистическим вычислениям можно найти в различных изданиях общего и специального характера (см., например: Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М., 1985; Федоров-Давыдов Г.А. Статистические методы в археологии. М., 1987; Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М., 1988; Кашенко С.Г. Статистические методы в исторических исследованиях. Л., 1989 и др.).
- <sup>18</sup> Золотарев М.И. и др. Указ соч. С. 12.
- <sup>19</sup> Там же: С. 36 и табл. 1.



# **Пространственное моделирование: применение ГИС и 3D моделей в задачах исторической реконструкции**

---

---

*Д.И. Жеребятьев, Р.Б. Кончаков*

## **Технологии трехмерного моделирования в ракурсе исторической информатики**

### I

Приемы работы историков с источниками и историческим материалом складывались в течение длительного времени, методика совершенствовалась, инструментарий историка тоже претерпевал существенные изменения, отвечая на вызовы времени. Одним из современных методов исторического исследования по праву считается моделирование.

В статье рассматриваются две стороны трехмерных технологий: виртуальная реальность и трехмерное моделирование. Под понятием технологии виртуальной реальности подразумеваются как программное обеспечение, необходимое для создания виртуальных миров, в которое входят технологии трехмерного моделирования, так и сам результат — виртуальный интерактивный мир. Отличительной особенностью технологий виртуальной реальности является наличие интерактивности, позволяющей пользователю перемещаться и взаимодействовать с моделями объектов в трехмерном пространстве. Понятие технологий трехмерного моделирования чаще всего используется для обозначения инструментария создания виртуальных моделей.

Компьютерные технологии дали новый импульс развитию моделирования. Помимо математического моделирования исторических

процессов в середине 1990-х гг., зарождается новый тип моделирования — визуальное моделирование исторических объектов.

Отношение историков к трехмерным технологиям и моделированию было довольно неоднозначным — от скепсиса до одобрения. В начале 90-х гг. прошлого столетия трехмерная графика была предметом интереса в большинстве случаев лишь для специалистов технической направленности. Более того, изначально не было комплексных программных решений, которые соединяли бы в себе функции моделирования, анимации и рендеринга<sup>1</sup>, и использовать такие программы историком было довольно сложно.

Однако уже тогда инженеры, использовавшие технологии трехмерной визуализации, обращали внимание на их огромный потенциал. Появление технологий трехмерного моделирования, по словам основателя этого направления Дэвида Эванса (David Evans), стало «настоящим открытием в области компьютерных технологий»<sup>2</sup>. Одна из отличительных особенностей программ трехмерного моделирования — возможность имитации объемного изображения объектов на экране компьютера. Использование этой технологии математиками, физиками, архитекторами существенно облегчило сам процесс работы по сравнению с использованием традиционных систем построения чертежей.

Возник новый класс программного обеспечения — автоматизированные системы проектирования (САПР) или CAD (англ. Computer-Aided Design). Построение чертежей, ведение конструкторской, технологической документации было существенно упрощено, а полученный результат можно было представить в виде трехмерной модели. Для обозначения таких моделей появился специальный термин — 3D модель (3-Dimensions, трехмерная модель).

В отличие от традиционных методов создания исторических реконструкций (от чертежей к эскизам и макетам) компьютерные технологии дали возможность быстрого дополнения и изменения получаемых моделей. Без трудоемкой перерисовки оказалось возможным редактировать параметры рельефа, изменять форму и материал исторического памятника, моделировать условия освещения и природные явления и т.д.

Несмотря на открываемые преимущества, отношение историков к возможности применения трехмерных технологий в исторических исследованиях было неоднозначным. Так, о технологии трехмерной реальности первоначально сложилось представление как

о методе, возможности которого ограничиваются только примитивной визуализацией исторических объектов, носящей исключительно иллюстративный характер. Действительно, некоторые сильные стороны инженерных САД-систем казались для решения большинства исторических задач излишними, например точность до долей миллиметра избыточна при реконструкции крепости на основании описания, сделанного в сажнях. Тогда средства визуализации еще не были достаточно развиты, чтобы проверить, например, учитывали ли древние строители угол расположения солнца при создании своих сооружений и т.д.

Такое отношение было поколеблено в результате успешного применения трехмерных моделей в ходе проекта по исторической реконструкции Рима, проведенного Исследовательским центром античности и мифов университета г. Канны Нижняя Нормандия (Франция)<sup>3</sup>. В этом проекте трехмерные модели служили основанием для проверки разнообразных гипотез о технологиях постройки и назначении различных сооружений Древнего Рима. С 2005 г. технологии трехмерного моделирования в исторических исследованиях используются все чаще.

Путь становления технологий трехмерного моделирования и признания в научной среде в качестве инструментария пространственного анализа был достаточно долгим и начался еще в конце 1980-х гг. в эпоху формирования комплексов программ по трехмерному моделированию. Одним из первых комплексных пакетов для моделирования и рендеринга был Lightwave 3D, выпущенный в 1990 г. для компьютеров серии Amiga. Программа 3Ds Max компании Autodesk, которую сейчас широко используют историки, археологи и др. в своих исследованиях, появилась в 1996 г. Первые опыты использования трехмерных технологий в области исторической реконструкции характеризовались тесным сотрудничеством историков и технических специалистов.

Наиболее значительными работами этого периода следует признать исследовательские проекты, связанные с раскопками храма Св. Петра в Иордании (археолог M.S. Joukowsky, Браунский университет, США). Начиная с 1993 г. группа под ее руководством вела исследования по созданию виртуальной исторической реконструкции этого памятника<sup>4</sup>. В 1994 г. появилась статья, посвященная 3D реконструкции древних египетских мумий с применением компьютерной рентгеномографии<sup>5</sup>, положившая начало расширению

ареала использования технологий трехмерного моделирования в исторических исследованиях.

Наиболее масштабным проектом стала реконструкция Ватиканского дворца эпохи Возрождения, предпринятая в 1998 г. группой немецких исследователей<sup>6</sup>. Эти работы велись коллективом под руководством профессора Дармштадского университета Манфреда Кооба. Один из соавторов проекта, Марк Греллерт, впоследствии стал автором одной из первых монографий по методологии разработки виртуальных исторических реконструкций памятников культуры<sup>7</sup>. К числу крупных проектов виртуальных исторических реконструкций стоит отнести реконструкцию буддийского храмового комплекса Сазаедо (Япония)<sup>8</sup>, разработанную коллективом исследователей (J. Abouaf, C.W. Vilbrand, J.R. Goodwin, T. Ikedo), активно сотрудничающих с японскими университетами в 1999 г.<sup>9</sup>

В это же время работы с использованием трехмерных технологий в области исторической реконструкции велись в Германии, Польше, Италии, Великобритании, Швейцарии, Франции (Steuer J.<sup>10</sup>, Marie-Laure Ryan<sup>11</sup>, Liggett R.<sup>12</sup>, Friedman S., Jepson W., Youngblut C.<sup>13</sup>, Visnovcova J.<sup>14</sup> и др.). По данной проблематике неоднократно проводились международные конференции. Так, в 2000 г. состоялась первая совместная конференция «Computing archaeology for understanding the past» (Любляна, Словения), которую организовали международные сообщества археологов САА (Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology) и UISPP (Union International des Sciences Prehistorique et Protohistorique)<sup>15</sup>. В ходе работы конференции были представлены и обсуждены доклады, в которых рассматривались различные аспекты применения трехмерных технологий в археологических изысканиях: инструменты трехмерного моделирования, технологии и методики создания виртуальных моделей археологических памятников и т.д.<sup>16</sup>

Характерно, что в рамках данной конференции был представлен один из первых программных продуктов для интеграции археологических данных и среды трехмерного моделирования — ARCHAVE<sup>17</sup>. Обсуждался вопрос об инструментарии создания трехмерных моделей археологических артефактов в полевых условиях и включения таких моделей в стандарт описания археологических находок.

Теоретическое освещение в России данная проблематика первоначально получила в работах технических специалистов: профессора М.Б. Игнатьева, Н.Н. Решетниковой, А.В. Никитина и др.<sup>18</sup> Затем она

получила развитие в рамках работы Ассоциации «История и компьютер». В 2003–2004 гг. появляются работы теоретического характера, в которых обосновывается необходимость визуализировать социальные системы в исторических исследованиях посредством математических моделей и моделей-образов. Так, в перечне этапов реконструкции социальных систем В.В. Подгаецкий<sup>19</sup> выделяет три составляющие, в число которых входит визуализация исторических объектов.

Факт появления технологий виртуальной реальности и начало апробации возможностей технологий в научных исследованиях в России в 2003–2004 гг. говорит, скорее, не о технической отсталости или недостатке программного обеспечения на гуманитарных факультетах, а о наличии своего рода «психологического барьера». Наличие этого барьера связано с тем, что средства трехмерного моделирования и интерактивные среды обладают сложными интерфейсами и специфичным терминологическим аппаратом. Возможно, поэтому в опубликованной в 2005 г. монографии А.В. Коробейникова<sup>20</sup>, посвященной историческим реконструкциям в археологии, автор лишь вскользь упоминает о возможностях использования трехмерного моделирования. Впрочем, надо отметить, что многие теоретические положения этой работы были использованы при создании трехмерной реконструкции поселения Сырой Аган, предприятией в Уральском отделении РАН (Ижевск).

Анализу возможностей трехмерного моделирования в археологии посвящены работы межрегиональной группы историков, в которой ведущие роли играли заведующий лабораторией систем автоматизации УрО РАН И.В. Журбин (Ижевск)<sup>21</sup>, сотрудник Института археологии РАН Е.Н. Черных (Москва), и сотрудник Института истории и археологии УрО РАН Л.Н. Корякова (Екатеринбург).

Интеграция трехмерного моделирования в исторические исследования нашла отражения в ряде теоретических статей, посвященных истории архитектуры. Таковы работы искусствоведа Е. Я. Кальницкой<sup>22</sup>, а также представителей физико-математических наук СПбГУ Ю.Л. Колесникова, Т.В. Шеламовой и И.Ю. Щербакова<sup>23</sup> и др.

Наряду с прикладными конференциями вопросы виртуальной реальности обсуждаются философами, музеоведами, культурологами. Так, в Саратовском государственном университете в 2008 г. прошла Всероссийская конференция «Виртуальное пространство

культуры: онтологический, аксиологический, антропологический и теоретико-познавательный аспекты»<sup>24</sup>.

Проблемы использования трехмерной реальности в музее обсуждались в ходе конференций EVA. В ходе работы озвучивались не только отдельные научные доклады, посвященные тематике использования технологий трехмерной реальности в музее, но и представлялись научные разработки исследователей. Одной из первых работ по реконструкции старинных крепостей, представленной в ходе работы конференции EVA в 2007 г., был проект, выполненный группой исследователей из Санкт-Петербургского государственного университета под руководством В. Горнчаровского — реконструкция крепости Иллурат<sup>25</sup>. В этом же году в ходе конференции Ломоносов-2007, проходившей в МГУ им. М.В. Ломоносова был представлен проект по реконструкции деревянной крепости в Тамбове XVII в., выполненный под руководством Р.Б. Кончакова и Ю.А. Мизиса<sup>26</sup>. Проекты стали одними из крупнейших реконструкций поселений в виртуальном пространстве, созданных российскими научными центрами на момент 2007 г. Эта работа продолжается, например, проект по реконструкции г. Тамбова в конце XVIII — начале XIX в. был представлен в ходе работы конференции Ассоциации «История и компьютер» в 2008 г.

Значимость внедрения технологий трехмерного моделирования в исторические и искусствоведческие исследования подчеркнул руководитель отдела сохранения и усиления роли культурного наследия Генерального директората по вопросам информационного общества Европейской комиссии Бернард Смит в своем докладе<sup>27</sup>, отметив необходимость использования технологий трехмерного моделирования для сохранения памятников культуры.

Таким образом, трехмерные технологии осознаются современными исследователями как мощный инструмент исследования и репрезентации исторической действительности и требуют организованного внедрения на основе сопоставимых методик и стандартов.

## II

Отмечая основные вехи историографии технологий трехмерного моделирования и отношение к ним со стороны исследователей, стоит обратиться к конкретным примерам, а также дать типологию визуальных исторических моделей. Отдельно стоит затронуть речь

об истории развития самой технологии виртуального моделирования в различных отраслях.

Зарубежные исследователи, обобщая информацию о существующих трехмерных моделях городов, выделили следующие направления использования технологий виртуального моделирования<sup>28</sup>:

1. Планирование городских застроек и проектов реконструкций.
2. Разработка и анализ архитектурных проектов.
3. Планирование и проверка расположения коммуникаций.
4. Анализ инвесторами возможных результатов тех или иных проектов.
5. Развлекательная индустрия.
6. Учебное применение при построении моделей исторических мест и моделей объектов, которые могут создать более наглядную картину тех или иных процессов или условий труда.
7. Использование виртуальных моделей городов политическими структурами и отдельными политическими деятелями для обеспечения связи с общественностью и для демонстрации тех или иных проектов.

Как один из методов исследования исторической действительности методика пространственной визуализации с использованием технологий трехмерного моделирования стала применяться сравнительно недавно.

Первые проекты виртуальных реконструкций, которые упоминаются в литературных источниках — это модель университета и модель городской реконструкции «Avenches City» в Западной Швейцарии, выполненная в 1989 г.<sup>29</sup> Одним из первых крупномасштабных проектов виртуальных городов была модель «Virtual Los Angeles», разработанная в 1994—1995 гг. группой UST (Urban Simulation Team) Калифорнийского университета<sup>30</sup>. Подобные проекты до начала 90-х гг. прошлого века реализовывались только в военных и аэрокосмических отраслях, так как создание трехмерных моделей значительных территорий требовало применения баз данных огромных размеров, например, база данных вышеуказанного проекта имела объем порядка 1—2 Тб и при этом описывала площадь в 4000 кв. миль.

Обработка такого количества информации и визуализация результатов в реальном времени требовали применения высокопроизводительных графических станций. По образцу Лос-Анджелеса модели подобного типа в 1996—1997 гг. были созданы для Филадельфии, Сан-Диего, Лас-Вегаса и Санта Барбары. Еще в Советском Союзе

разрабатывались проекты, связанные с построением виртуальных моделей различных пространств, в основном для создания тренажеров военного назначения. Подобные проекты были достаточно дорогостоящими и узкоспециализированными. Позже в связи с отставанием в развитии аппаратной базы для построения подобных моделей разработка моделей различных объектов, в том числе и городов, не получила соответствующего развития. Соответственно не проводились и исследования в области совершенствования аппаратных и программных средств моделирования виртуальных сред.

Первоначально технологии трехмерного моделирования применялись для реконструкции памятников истории не в виртуальном пространстве, а в сфере системы автоматизированного проектирования. Потребность в моделировании городов возникла задолго до появления виртуальных миров в сети Интернет.

С развитием проектов планирования городских застроек возникла потребность в системе моделирования, которая позволяла бы оценивать качество и эффективность новых проектов до их реального воплощения. Эта потребность стимулировала разработку проектов создания виртуальных копий реальных городов. Подобные модели значительно упрощают процесс анализа новых проектов и их оценки.

Возможность наложения новых моделей на существующий ландшафт позволяет оценить взаимное влияние новых зданий и окружающих объектов еще на этапе проектирования. Интерактивные системы, которые позволяют наблюдать результаты влияния на городской ландшафт тех или иных изменений, являются эффективным средством планирования. Так, строительные компании в своих интересах стали использовать виртуальные технологии для планирования жилищного строительства, проектировки подземных коммуникаций, оценивать технические условия территории с точки зрения доступности и достаточности энергетических, тепловых, водных и других ресурсов.

Можно привести проекты группы компаний «Информап» в сфере девелопмента и градостроительства<sup>31</sup>: моделирование 13 промышленных зон Южного административного округа Москвы и других частей города, 3D модель проекта планировки жилых территорий Нижнего Новгорода, разработку геоинформационной системы всей территории Ближнего Востока, площадью порядка 10 млн кв. км (рис. 1), и территории Объединенных Арабских Эмиратов (рис. 2), включающую адресную привязку с базами данных по всем объектам



недвижимости. Проекты выполнены под эгидой Всемирного агентства планетарного мониторинга и уменьшения сейсмической опасности (WAPMERR) со встроенной системой моделирования последствий техногенных и природных катастроф.

Другой сферой области применения виртуальных технологий стала игровая индустрия (игры, фильмы с участием виртуальных актеров). Рассчитывая на большую массу аудитории, разработчики стремились к созданию зрелищных проектов, подчас затрагивающих исторические события: походы Александра Македонского, Римские войны, Средневековые (рис. 3), походы Наполеона Бонапарта, Первую и Вторую мировые войны и др. В процессе разработки компьютерных игр с историческим сюжетом разработчикам приходится реконструировать рельеф местности, архитектурные постройки, одежду, вооружение, методы ведения войны, культуру и др. Иногда при разработке компьютерных игр бывали случаи участия в составе разработчиков профессиональных историков, например, в проекте *Assassin's Creed* (рис. 4), в котором приняли участие три специалиста по истории, непосредственно связанные с изучением истории Иерусалима в эпоху средневековья. К сожалению, таких случаев немного. Результаты, которые были достигнуты в области разработки компьютерных игр, поражают по своим масштабам, детализации, но, к сожалению, не исторической достоверностью, цели работы программистов далеки от изучения истории.

Позднее реконструкция исторических событий и памятников истории стала проводиться на более профессиональном уровне и служить уже не в сфере развлечения, а в области исторического исследования. Возникают исследовательские группы, лаборатории и институты, занимающиеся применением виртуального моделирования в исторических исследованиях и на практике осуществляющие виртуальные реконструкции памятников культуры, существующих до сих пор или когда-то существовавших, но не сохранившихся. Сменился и сам исследовательский состав, участвующий в построении модели, помимо специалистов в технической области, в него вошли историки, археологи, архитекторы и другие специалисты-гуманитарии.

Компьютерные модели городского ландшафта получают в последнее время все более широкое распространение как в виде отдельных проектов, так и в тесной интеграции с существующими географическими информационными системами (ГИС) и другими подобными информационными структурами. Существует тенденция

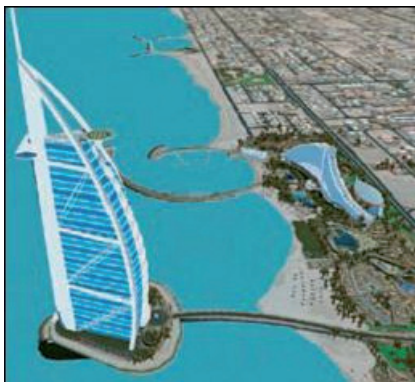


Рис 1. Геоинформационная система территории Ближнего Востока

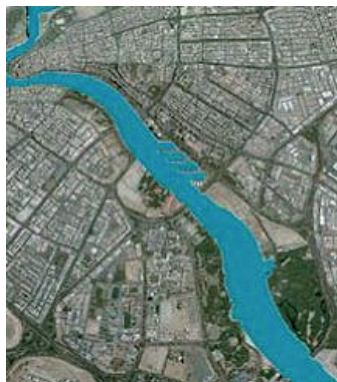


Рис. 2. Геоинформационная система территории Объединенных Арабских Эмиратов



Рис. 3. Реконструкция средневековой баталии в компьютерной игре Medieval II: Total War (игровой процесс)



Рис . 4. Реконструкция средневекового города Иерусалима в компьютерной игре Assassin's creed (игровой процесс)

к слиянию крупных сетевых информационных ресурсов (базы данных, электронные библиотеки и галереи) с элементами виртуальной реальности. Этот процесс приводит к изменению характера взаимодействия между пользователем и информационным наполнением глобальной компьютерной сети. Использование моделей городского ландшафта во многих отраслях приобрело широкие масштабы в большинстве развитых стран.

В настоящее время технологии трехмерного моделирования проходят новый этап становления как метод исследования и обработки исторического материала, проделав путь от произвольной реконструкции трехмерных моделей до профессиональной обработки данных коллективом ученых-исследователей гуманитарных и технических специальностей. В конечном счете и сам результат труда приобретает иной статус — статус исторического исследования. Говоря о типологии визуальных исторических моделей, стоит отметить, что на данный момент на научном уровне еще не выработано полноценной типологии, охватывающей все направления виртуальной исторической реконструкции. Условно визуальные исторические модели можно поделить на несколько групп:

1. Реконструкция старинных городов с целью изучения особенностей формирования и развития городской инфраструктуры, пространственной организации города, восстановления утраченных памятников культуры и архитектуры. Данный вид исторической реконструкции наиболее обширен по диапазону реконструируемых моделей и может содержать в себе весь нижестоящий перечень реконструкций исторических объектов: построек, ландшафта, отдельных моделей интерьера зданий, предметов быта, людей, костюмов. Виртуальная модель города может содержать в себе и реконструкцию событий. Так, в ходе работы над проектом виртуальной реконструкции Рима были восстановлены не только постройки старинного города времен императора Константина I, но и улицы вместе с его жителями<sup>32</sup>. Говоря о виртуальной реконструкции городов, нельзя абсолютизировать данное направление в виртуальном историческом моделировании, модели города могут быть весьма условны. Возможности компьютерных программ далеко не безграничны, подчас программа позволяет моделировать только определенный километраж пространства. В результате виртуальную интерактивную модель города приходилось делить на несколько частей, что и было сделано при реконструкции Рима<sup>33</sup>. В ходе реконструкции отдельных

построек возможна некоторая доля условности, такая как пропуск малозначимых деталей, так, например, воссозданию внутреннего интерьера зданий подчас уделяется меньше внимания. Работа по созданию виртуальных интерактивных моделей городов является очень кропотливой и требует больших затрат, реконструкция внутреннего интерьера зданий в данной типологии исторических моделей встречается редко.

2. Реконструкция ландшафта позволяет, по словам исследователей Швейцарского федерального технического института геодезии и фотометрии, изучать не только особенности местности, но и реконструировать в дальнейшем исторические события, например, сражения, используя модель ландшафта<sup>34</sup>. Изучение ландшафта позволяет исследователю не только смоделировать историческое сражение на ландшафте местности, проанализировать расстановку войск и тактику полководцев, но и рассмотреть более широкий круг аспектов, таких как влияние и роль природно-географического фактора на конкретное историческое событие.

3. Реконструкция комплекса построек и отдельных зданий. В качестве построек, подвергающихся трехмерной реконструкции, можно выделить храмовые комплексы (монастыри, соборы, церкви, часовни), дворцы, например Таж-Махал, а также отдельные здания, обладающие культурной и исторической значимостью. Данный вид исторической реконструкции уступает реконструкциям городов по своим масштабам, но не качеством детализованности объектов. Обычно в ходе работы над созданием трехмерной модели постройки моделируется и внутренний интерьер здания, что является немалозначительным для выполнения задач сохранения культурного наследия.

4. Отдельным пунктом в рамках типологии виртуальных исторических реконструкций стоит сказать о реконструкции предметов быта, вооружения, археологических находок и т.д. Так, отдельные музейные центры ставят своей недалекой задачей со временем создать «электронный архив» элементов убранства европейского интерьера, оказавших влияние на развитие русского декоративного искусства (десюдепортов, лепных деталей, плафонных обрамлений, печей, каминов, оконных драпировок, мебели) в трехмерных моделях, а затем широко использовать полученный инструментарий при реставрации и реконструкции памятников. Работы в этой области ведутся как историками и археологами в рамках работы над проектами оцифровки археологических находок и преобразования

их в трехмерные модели, так и музеоведами в ходе работы над оцифровкой фондов музея. Пока на данный момент русские музеи только приступили к разработке базы «электронного архива» и оцифровке своих экспонатов в трехмерные модели. К числу российских музеев, занимающих лидирующие позиции по оцифровке своих экспонатов, можно отнести Государственный исторический музей, одним из первых приступивший в России к подобной работе.

5. Реконструкция старинных интерьеров комнат, виртуальные музеи. В последнее время данное направление виртуальной исторической реконструкции приобретает большие масштабы применения в археологических и искусствоведческих исследованиях. В научно-реставрационной деятельности музеев используются реконструкции предметов или зданий с целью визуализации утрат и восстановления первоначального вида различных объектов с сохранением в реальности актуального состояния памятника. Виртуальные технологии позволяют воссоздать целые архитектурные комплексы, части которых разбросаны по различным музеям. Так, например, скульптуры Парфенона, рассеянные по музеям Европы (10 музеев в 8 странах), впервые обретают единый вид в рамках виртуальной реконструкции, осуществлением которой сейчас занят Калифорнийский институт креативных технологий<sup>35</sup>.

6. Виртуальная реконструкция исторических событий является обособленным видом исторических реконструкций в типологии визуальных исторических моделей. В большинстве случаев реконструкции исторических событий создаются коллективом разработчиков при участии историков для научно-популярных фильмов и игровой индустрии, в основном это жанр RTS (Real Time Strategy), реже Action (жанровые компьютерные игры с участием персонажа с видом от 3-го или 1-го лица).

Результаты исследований, проводимых в этой области, весьма неоднородны и позволяют увидеть ход исторических событий, например сражений, от 3-го лица, непосредственно участвовать в них или смоделировать возможные варианты исхода того или иного исторического события. Рассмотрению вопроса о значении исторических компьютерных игр для моделирования исторической информации посвящена статья К.В. Яблокова<sup>36</sup>.

Лидер в этом направлении — компания History Channel, в последнее время активно включившаяся в сферу игровой индустрии посредством внедрения трехмерных проектов игровых симуляторов,

в основе которых лежат виртуальные исторические реконструкции. Судить об историзме данных работ, выпущенных под брендом известного исторического телеканала, можно с некоторой долей условности. В качестве примера приведем проект History Channel «Великие битвы Рима», который, по словам разработчиков, является современной RTS (стратегией), основанной на достоверных исторических материалах и точной симуляции сражений.

В основе таких RTS стратегий условно лежит математическая модель. Но как бы совершенна она ни была, она не может учитывать все факторы, реально влияющие на ход сражений. Если подробнее вникнуть в суть технологии поведения моделей, например воинов, все они действуют по определенному алгоритму, заложенному в них разработчиком программы, который, к сожалению, не совершенен. В нем отсутствуют многие составляющие: например, компьютерным моделям не свойственен страх, для этого необходимо реконструировать систему виртуального разума, что на данный момент под силу лишь немногим трехмерным разработчикам. Следовательно, такая модель, в которой пользователь может сам вмешиваться в процесс и создавать отклонения в ту или иную сторону, не является историчной. Моделирование исторических процессов посредством использования программных движков RTS в исторических исследованиях успешно используется в ходе построения линейных цепочек развития событий и находит свое выражение в научно-популярных фильмах, посвященных истории.

Последние пять лет за рубежом наблюдается тенденция создания крупных образовательных ресурсов по истории с элементами виртуальной реальности, ориентированных как на массовую аудиторию, так и на средние и высшие учебные заведения, и музеи. Основная цель данных проектов — популяризация исторических знаний. Результаты исследований представляются аудитории в виде научно-популярных фильмов с элементами трехмерной реконструкции той или иной постройки, или в виде самой интерактивной исторической реконструкции. Ведущая роль в создании таких фильмов принадлежит американским каналам History Channel и National Geographic, заказывающим съемку фильмов и активно сотрудничающим с компаниями, специализирующимися в этой отрасли.

Отдельно стоит сказать об основных научных центрах, занимающихся виртуальными историческими реконструкциями, их проектах и методиках применения технологий виртуального моделирования

в исторических исследованиях. В рамках данной статьи речь пойдет лишь о наиболее известных научных центрах и компьютерных фирмах, работающих в этой области, перечислять все проекты реконструкций памятников культурного наследия не имеет смысла.

### III

Для начала систематизируем центры, занимающиеся виртуальными историческими реконструкциями. Среди них находятся как отдельные компании, так и университеты (гуманитарные и технические), где разработки осуществляются в рамках отдельных факультетов, лабораторий или исследовательских групп. Иногда в рамках крупных проектов научные центры активно сотрудничают.

Один из крупнейших центров использования виртуального моделирования в исторических исследованиях — Технический университет г. Дармштадт в Германии, имеющий большой опыт цифрового документирования объектов, входящих в фонд мирового культурного наследия. Работая 20 лет в этой области, университет провел виртуальную реконструкцию Ватиканского дворца эпохи Возрождения<sup>37</sup> (признанную одним из самых грандиозных и масштабных проектов виртуальных исторических реконструкций памятников культуры в 1999 г.; рис. 5), Темпле Майор в Мехико, некрополя в Сьяне и комплекса Шаолинь в Китае (рис. 6)<sup>38</sup>, 15 еврейских синагог Германии XIX—XX столетий (рис. 7)<sup>39</sup>, Бенедиктинского монастыря 823—830 гг. Св. Галленера Клостерпланеса<sup>40</sup>, а также Московского кремля с XII до XX столетия (по временным срезам 1157 г., 1250 г., 1266 г., 1380 г., кремль Ивана III, 1600 г., 1900 г., 2000 г.; рис. 8)<sup>41</sup>, инфраструктуру г. Венеции, памятников культуры Комбоджи (храмов Кхмер, Ангхор Ват, Баон, Фном Вакхенг и их окрестностей), средневековой Болгарской церкви.

Реконструкция Московского кремля — один из сложных проектов, над которым университет работал в течение нескольких лет, изучая материал вместе со специалистами. Виртуальная реконструкция включала не только создание архитектуры Кремля в разные временные рамки (более 500 зданий, существовавших когда-либо), но и реконструкцию рельефа и растительности в разные времена года<sup>42</sup>. Финансирует разработки Технического университета Дармштадта Министерство науки и образования Германии посредством грантов.

Обязательным условием для получения гранта является международное сотрудничество, т.е. взаимодействие с каким-либо россий-



Рис. 5. Реконструкция Ватиканского дворца XVI в.

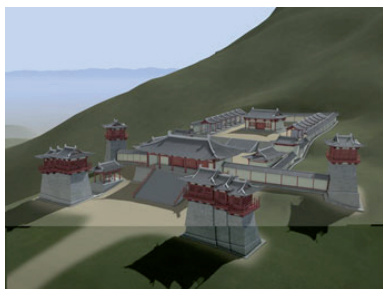


Рис. 6. Реконструкция комплекса Шаолинь

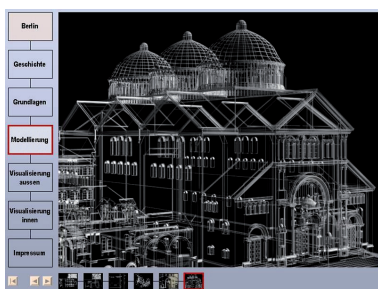


Рис. 7. Процесс реконструкции еврейской синагоги в Германии



Рис. 8. Реконструкция Московского кремля 1600 г.

ским вузом. В качестве четвертого партнера к проекту исторической реконструкции Московского Кремля был привлечен Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ).

Другой не менее масштабный международный проект в области исследования и реконструкции исторической действительности, в котором участвуют несколько университетов, — реконструкция античного Рима: «Rome Reborn» (рис. 9–12), проводимая Исследовательским центром античности и мифов университета г. Канн, Нижняя Нормандия (Франция) совместно с Институтом передовых технологий в гуманитарных науках университета г. Виржиния США





Рис. 9 Реконструкция  
Колизея

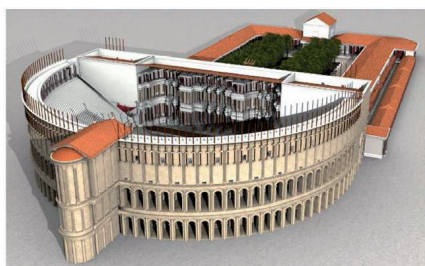


Рис. 10. Комплекс Помпея  
на Марсовом поле



Рис. 11. Вид на центральную часть  
г. Рима

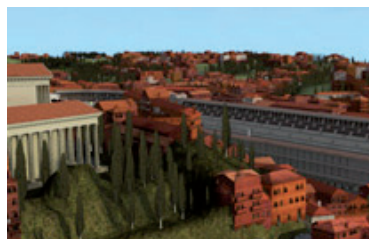


Рис. 12. Вид на цирк  
Максимуса

(Institute for Advanced Technology in the Humanities, University of Virginia IATH) в содружестве с целым рядом организаций различных стран на основе гипсового макета архитектора Поля Биго *Plastico di Roma Antica*, представляющего три пятых части Рима эпохи Константина I (начало IV в.). Работа над созданием интерактивной модели длится уже более 10 лет. Использование трехмерных технологий позволило проверить различные гипотезы ученых, к примеру, о наличии тента над Театром Помпея, и прийти к определенным выводам, по-новому использовать и репрезентовать модель (имеется в виду макет Рима Поля Биго) уже в интерактивном виде, позволяющем посетителю свободно перемещаться по виртуальному античному Риму, что приближает интерактивную экскурсию к реальной<sup>43</sup>.

Не менее известен центр исторической визуализации изучения Старого Света и археологии кафедры истории и архитектуры Браунского университета (США), который совместно с Лабораторией инжиниринга машинных истем проводил реконструкцию храма Св. Петра в Иордании<sup>44</sup> под руководством главного археолога, ведущего раскопки, М.С. Joukowsky. Одна из научных разработок центра — программа ARCHAVE, позволяющая интегрировать в себя всю документацию по археологическим раскопкам, в том числе геоинформационные данные и трехмерную модель. Тем самым научные разработки позволили исследователям выработать новые формы фиксации и документации полевых раскопок, превосходящие по своему объему и простоте использования обычную систему археологического документирования. В результате уже в ходе раскопок на найденный артефакт может быть составлено самое подробное описание, с которым пользователь может легко и быстро работать.

Институт геодезии и фотометрии Швейцарского Федерального технического института Цюриха уже несколько лет занимается виртуальной реконструкцией рельефа Швейцарии. Основная цель исследования швейцарского научного центра — создание виртуальной модели рельефа Швейцарии на основании космических снимков и замеров поверхностей с целью сопоставления полученных результатов с макетом Франца Людвиг Файфера, созданным им в 1786 г. и отражающим 1/10 часть территории страны в масштабе 1:12500 и проверкой макета на точность<sup>45</sup>. Еще в 1799 г. макет рельефа оказал неоценимую услугу Наполеону Бонапарту, позволив подготовиться к сражению с русскими войсками Суворова под Сент-Готардом в Швейцарии. Современная виртуальная модель, созданная Институтом геодезии и фотометрии Швейцарского Федерального технического института в Цюрихе, позволила проверить точность самого создателя макета рельефа.

К числу крупных зарубежных компаний, работающих в сфере виртуального исторического моделирования, можно отнести компанию Digital archaeology group, создавшую трехмерную интерактивную модель одного из крупных городов Европы — Белграда XV в. (рис. 13) под руководством главного археолога, эксперта крепости Белград Marko Popovic<sup>46</sup>.

В последнее время наиболее крупными проектами в сфере виртуального исторического моделирования проектами считаются те, в которых принимают участие несколько университетов и компаний.



Рис. 13. Реконструкция городской застройки Белграда XV в.

Например, в рамках проекта виртуальной исторической реконструкции буддийского храма Сазаедо было налажено сотрудничество между несколькими университетами Японии — Лабораторией компьютерного искусства университета Айзу, Институтом IT технического института Каназава и Департаментом цифрового медиа, университетом Хосеи, Япония<sup>47</sup>. В ходе работы над проектом была сформирована группа экспертов в области искусства, истории, археологии, информатики, архитектурного дизайна.

Крупнейшая виртуальная историческая реконструкция, созданная в США, — проект «The Herodian Temple at the Davidson Center for Exhibition and Virtual Reconstruction», разрабатываемый американской компанией The Urban Simulation Team at UCLA под руководством James E. Packer, профессора классической археологии Северо-Западного Калифорнийского университета<sup>48</sup>.

В 2007–2008 гг. в США осуществлялся проект виртуальной исторической реконструкции храмового комплекса Амон Ра в Карнаке и гробниц египетских фараонов. В ходе работы над проектом несколькими центрами разработчиков виртуальных исторических реконструкций в США было достигнуто соглашение о совместной работе. Так, команда известных египтологов, педагогов, архитекторов и технологов США поставила перед собой задачу разработать реконструкцию известного памятника культуры мирового значения египетских храмов в Карнаке и учебный Интернет-ресурс по истории Египта в срезе изучения храмовых комплексов и гробниц фараонов Египта, которая была успешно выполнена<sup>49</sup>.

Цифровой проект Карнака объединяет опыт двух факультетов Университета Калифорнии в Лос-Анджелесе (UCLA): the Experiential Technologies Center (ETC) и the UCLA Encyclopedia of Egyptology (UEE). Первый — под руководством доктора Дианы Фавро Школы искусств и архитектуры (School of the Arts and Architecture) и Академии технологического сервиса (UCLA's Academic Technology Services). Второй — под руководством доктора Виллек Вендрич Отдела ближневосточных языков и культур — директора Цифровой группы инкубатора гуманитарных наук UCLA (UDHIG) и главного редактора Энциклопедии UCLA онлайн египтологии (UCLA Encyclopedia of Egyptology UEE), внесшего значимый вклад в научное изучение истории Египта и в данный проект, в частности<sup>50</sup>.

Многие проекты виртуальных исторических реконструкций за рубежом разрабатываются посредством сотрудничества факультетов и исследовательских групп ученых, работающих по грантам. Так, одними из крупнейших проектов виртуальных исторических реконструкций памятников культуры Латинской Америки стали проекты реконструкции города майя Бонампак и индейского города Теотиуакана. В соответствии с соглашением, подписанным в 2007 г., Национальный автономный университет Мексики (Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM) с помощью Арагонского факультета научных исследований (FES Aragon) создал более 600 файлов с виртуальной 3D моделью, в том числе виртуальные фильмы-путешествия и статичные изображения археологической зоны Теотиуакана. Сегодня термином Теотиуакан (ацт. «место рождения богов») обозначается археологическая зона, расположенная в 40 км к северо-востоку от Мехико. Ее общая площадь составляет 83 км<sup>2</sup>. В Теотиуакане располагаются огромные пирамиды и архитектурные комплексы, построенные еще в доколумбовы времена. В начале первого тысячелетия нашей эры Теотиуакан был крупнейшим городом в обеих Америках и во времена своего расцвета насчитывал более 100 тыс. жителей. Благодаря междисциплинарному подходу историки и программисты смогли воссоздать пирамиды Солнца и Луны, храмы Кецальпапалотля и Пернатых Раковин, храм и двор Ягуаров, архитектурный ансамбль Западной площади, дворцы Ля-Вентийа, Тетитла, Атетелько и Закуала. Программисты опирались на результаты работ археологов и физических антропологов из INAH. Работу FES Aragon возглавили доктор Хесус Эскамийа (Jesus Escamilla),

архитекторы Роберто Плиего (Roberto Pliego) и Давид Яñес (David Yañez), инженеры Иван Флорес (Ivan Flores) и Октавио Гарсиа (Octavio Garcia)<sup>51</sup>.

В качестве объектов виртуальных исторических реконструкций выступают не только крупные объекты, такие как города, но и предметы быта, археологические находки. Одной из крупных работ университета г. Пиза (Италия) факультета археологических наук и антропологии совместно с факультетом исторических наук мира, CNR-ITABC (Институт прикладных технологий культурного наследия), Лабораторией научной Визуализации Casalecchio на Рейне, Болонья (Италия), внесшей вклад в развитии египтологии, является создание виртуальной модели египетской мумии 2 тыс. до н.э. на основании останков. С использованием выработанной технологии продолжается реконструкция останков других мумий и отдельных предметов быта погребального комплекса.

Исследования в области применения виртуальных технологий в образовательной среде ведутся не только за рубежом, но и в России. В Санкт-Петербурге в двух крупнейших высших учебных заведениях созданы два учебно-производственных комплекса компании Avid (США): в Санкт-Петербургском университете телекоммуникаций им. профессора Бонч-Бруевича (Институт информационных технологий) и в Санкт-Петербургском государственном университете (факультет филологии и искусств, кафедра информационных систем в искусстве и гуманитарных науках), ставящих перед собой задачи ориентации «университетской тематики мультимедиа проектов на историческое наследие». В число выполненных проектов входит реконструкция архитектурного ансамбля древней причерноморской боспорской крепости Иллурат первых веков н.э.<sup>52</sup> (рис. 14–15), расположенной в окрестностях г. Керчь, на основе «максимальной обеспеченности материалами по градостроительству, фортификации и бытовой культуре»<sup>53</sup>, новгородского храма Спаса на Нередице<sup>54</sup> и ансамбля Старой Ладogi<sup>55</sup>.

По словам доктора физико-математических наук, профессора Н.В. Борисова, возглавляющего кафедру информационных систем в искусстве и гуманитарных науках факультета филологии и искусств Санкт-Петербургского государственного университета, «студенты с помощью возможностей нового учебно-производственного комплекса, средствами 3D графики и мультимедиа работают над различными культурно-историческими темами, с помощью совре-

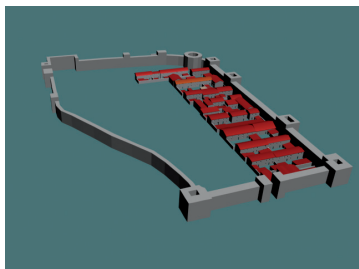


Рис. 14. Реконструкция крепости Иллурат



Рис. 15. Реконструкция стены боспорской крепости Иллурат

менных технологий обогащая свои представления об исторической среде разных периодов истории»<sup>56</sup>.

Одним из центров в России, использующих в своем инструментарии технологии трехмерного моделирования в археологических и исторических исследованиях, помимо исследовательских центров Москвы и Санкт-Петербурга, является Уральское отделение Института истории и археологии Российской академии наук, где в рамках лабораторных исследований ведется разработка проекта «Виртуальная реконструкция поселения Сырой Аган-11, 12» (рис. 16) под руководством археологов Ю.М. и М.Ю. Барановых<sup>57</sup>. Сбор материалов и разработка модели реконструкции поселения проводились в ходе археолого-этнографической экспедиции ИИА УрО РАН в 2001 и 2003 гг., по итогам которой были исследованы поселения Сырой Аган-11, 12, находящиеся в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа.

Наряду с ведущими университетами России исследования по данной проблематике с 2004 г. ведутся в Лаборатории социальной истории Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина (рис. 17). В состав коллектива входят исключительно историки, руководит работами в этом направлении Р.Б. Кончаков<sup>58</sup>. В ходе научных разработок были созданы три модели виртуальных исторических реконструкций: крепости Свислоч, деревянной крепости XVII в. и провинциального Тамбова конца XVIII — начала XIX в. Ведутся исследования по реконструкции деревянных крепостных



Рис. 16. Реконструкция поселения Сырой Аган-11, 12



Рис.17. Реконструкция провинциального г. Тамбова конца XVIII — начала XIX в. Вид на губернаторский дом и Спасо-Преображенскую церковь

сооружений и городской застройки центральной части Тамбова начала XVIII в., а также разработка программного обеспечения для возможности передачи реконструкции через Интернет.

Пока на данный момент число компьютерных фирм, занимающихся разработкой виртуальных исторических реконструкций в России, довольно невелико. К таким фирмам можно отнести московскую компанию 3Ddreamteam, активно сотрудничающую с National Geographic. Компания разработала виртуальные исторические реконструкции г. Ангкор-Ват, части комплекса Ангкор, расположенного в камбоджийской провинции Сием-Реап, мексиканского города Мачу-Пикчу, индийских храмовых комплексов, дворца Тадж-Махал и Успенской лавры и др.<sup>59</sup>

#### IV

Поговорив о самих проектах виртуальных реконструкций памятников культуры, стоит отдельно затронуть вопрос: каким образом используются технологии виртуального моделирования для исследования исторической действительности?

Использование технологий трехмерного моделирования в исторических и археологических исследованиях во многом обуславливалось не столько задачей реконструкции исторических объектов, т.е. их визуализацией, но непосредственно поиском решения

исторической проблемы посредством использования трехмерных технологий, в данном случае для проверки научных гипотез. Так, уже с 1994—1995 гг. итальянские, французские, американские историки начинают активно внедрять технологии трехмерного моделирования в исторические исследования как в рамках археологических изысканий, в которых они принимали участие, так и для проверки научных теорий и гипотез. Например, для установления методов и технологий строительства пирамиды Хуфу<sup>60</sup> или проверки гипотезы наличия над Колизеем тента, защищающего зрителей от солнца<sup>61</sup>. В ходе проверки этой гипотезы в проекте «Виртуальный Рим» был реконструирован угол падения солнечных лучей в течение всего дня над Колизеем без тента и с его наличием, в результате чего исследователи пришли к выводу о возможности существования такого сооружения и смогли дать объяснение назначению найденных элементов в конструкции Колизея.

Не менее интересен пример использования технологий трехмерного моделирования в исследованиях, проведенных немецким научным центром г. Дармштада, проводившего реконструкцию императорского некрополя в Сьяне в Китае, комплекса Шаолинь<sup>62</sup> и терракотовой армии гробницы первого императора Китая. В ходе исследования были поставлены следующие задачи: реконструировать императорский некрополь в Сьяне, посредством трехмерных технологий проверить научные теории предполагаемого расположения скрытого входа в гробницу императора с целью последующих раскопок на этом месте. Эти задачи с успехом были разрешены, несмотря на малую информативность сохранившихся письменных источников. Данное открытие, совершенное в 1999 г., существенно укрепило репутацию как научного центра М. Кооба, занимающегося виртуальными историческими реконструкциями, так и самих технологий трехмерного моделирования в исторических и археологических исследованиях.

Масштабные исследования с использованием технологий трехмерного моделирования для проверки научных гипотез, проводимые в 2000 г. археологом Норбертом Циммерманном (Norbert Zimmermann) из Венской академии наук и десятью другими исследователями, позволили при помощи технологии лазерного сканирования создать трехмерную модель самых древних римских катакомб, длина тоннелей которых около 15 км. Ученые в течение трех лет работали над созданием полной трехмерной модели катакомб



Домитиллы (IV в.), чтобы иметь общее представление о лабиринте подземных тоннелей<sup>63</sup>. Данные, полученные с помощью 3D сканера, были совмещены с существующими фотографиями катакомб, чтобы наиболее полно представить что и где находится. Этот прием позволил не только бродить по виртуальным тоннелям, но также изучать в подобном режиме отдельные захоронения и настенные росписи, которые обычно находятся в темноте.

С 2006 г. в Лаборатории социальной истории ведутся работы по созданию трехмерной реконструкции центральной части города Тамбова середины XVII — начала XIX в., где в ходе исследований проверялись отдельные научные гипотезы: о строительстве крепостных стен Тамбова посредством городней (деревянных клетей), скорости перемещения защитников крепости по боевому ходу крепостных и острожных стен, а также найдены ответы на вопросы о причинах расхождения описей 1659 и 1662 гг. Так, в ходе реконструкции было выдвинуто предположение о причинах расхождения длин крепостных стен в участках, где они не подвергались перестройке. Выявлено, что погрешности во многом обусловлены особенностью измерения. В ходе анализа ландшафта Тамбова XVII в. прослежена взаимосвязь показателей длины крепостных стен с колебанием высот ландшафта местности. В местах, где высоты сильно колебались, показатели в описях 1659 и 1662 гг. разнятся. Предположение о том, что ландшафт местности крепости мог сильно измениться за три года, тем самым повлияв на показатели описей, не нашло подтверждения.

Современное развитие методов исторического исследования демонстрирует расширение технологий и методик обработки информации. Особенно отчетливо этот процесс выражается в эволюции методов пространственного анализа. Опыт анализа историографии применения технологий трехмерного моделирования в исторических исследованиях показал устойчивый интерес историков к данному инструментарию как за рубежом, так и в России. Все чаще стали появляться исследования, выполненные как коллективами технических специалистов и гуманитариев, так и отдельно гуманитарными факультетами и научными центрами.

Характерной особенностью развития этого направления исторической информатики в России является то, что большинство научных центров замкнуты на себя и свои исследования, предпочитают работать отдельными группами. Редко можно встретить примеры

крупного сотрудничества между факультетами и отдельными университетами как, например, в странах США, Англии, Франции, Италии, Германии и др.

С другой стороны, многие компьютерные фирмы, специализирующиеся на разработках виртуальных исторических реконструкций в России, в отличие от западных, предпочитают не сотрудничать с научными сообществами. Сбор информации для подобных реконструкций преимущественно ведется в сети Интернет, а не в архивах, обращения к историкам-консультантам редки. Между тем за рубежом наблюдается тенденция концентрации научных центров в рамках международных проектов по сохранению культурного наследия, поддерживаемых крупными благотворительными фондами, а также фондом ЮНЕСКО. Несомненно, что отечественный вариант развития этого направления будет выглядеть сходно.

В настоящее время программные средства трехмерного моделирования претерпевают значительные изменения. Появляются специализированные программы, адаптированные для работы историков и археологов. Расширяются также возможности самих программ трехмерного моделирования, которые позволяют уже не просто реконструировать внешний вид исторических памятников, но и наделять их интерактивными свойствами. Появляются широкие возможности для проверки научных гипотез. Так, с помощью программ трехмерного моделирования стало возможно реконструировать технологию строительства того или иного объекта, его устойчивость, подвергнуть его различному влиянию. В виртуальном мире можно имитировать воздействие огня, затопления, антропогенное разрушающее воздействие, природный катаклизм и т.д.

Таким образом, трехмерное моделирование при анализе исторического материала является востребованным методом в инструментариистике историка, основная задача которого — пространственный анализ изучаемого объекта, визуализация данных исторического источника, проверка научных гипотез методики постройки объекта, его функциональности.

Историческая информатика как научная дисциплина пошла дальше по сравнению с другими гуманитарными дисциплинами в использовании технологий трехмерного моделирования. Данное обстоятельство подчеркивает особый статус этого направления, который выражается в поиске и адаптации новых методов и технологий к задачам исторического исследования.

**Примечания**

- <sup>1</sup> Рендеринг (англ. rendering) — окончательная обработка изображения полученной трёхмерной модели и вывод ее на экран монитора.
- <sup>2</sup> Мееров К. Урок 3D истории / [http://www.render.ru/books/show\\_book.php?book\\_id=285](http://www.render.ru/books/show_book.php?book_id=285)
- <sup>3</sup> Fleury Ph. et Madeleine S. *Réalité virtuelle et restitution de la Rome antique au IV<sup>e</sup> siècle p. C.*, Histoire urbaine, 2007. Виртуальная интерактивная реконструкция античного Рима IV в. н.э. // Новый взгляд / Лаборатория социальной истории ТГУ им. Г.Р. Державина. Тамбов, 2007. Т. 1. С. 46–51.
- <sup>4</sup> Mary Jo Curtis. The Great Temple of Petra. Scientists, artists and archaeologists collaborate on digital archaeology // [http://www.brown.edu/Administration/News\\_Bureau/2002-03/02-077.html](http://www.brown.edu/Administration/News_Bureau/2002-03/02-077.html)
- <sup>5</sup> Baldock C., Hughes S.W., Whittaker D.K. et al., 3D reconstruction of an ancient Egyptian Mummy using x-ray computer tomography, *Journal of Royal Society of Medicine*/1994. N 87 (12) 806–808 // <http://www-ipg.umds.ac.uk/MEDPHYS/projects/jen>
- <sup>6</sup> Von Thomas Thelen. Auf den Spuren von Bramante & Co-Ausstellung in Bonn lädt zum virtuellen Spaziergang durch die päpstlichen Paläste ein // *Aachener Zeitung*. 05.12.1998 // [http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/e\\_exhibitions/index\\_vatikan.html](http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/e_exhibitions/index_vatikan.html)
- <sup>7</sup> Marc Grellert. *Synagogues in Germany: a virtual reconstruction*. Birkhäuser, 2004; Marc Grellert. *Immaterielle Zeugnisse: Synagogen in Deutschland: Potentiale digitaler Technologien für das Erinnern zerstörter Architektur*. Bielefeld, 2007.
- <sup>8</sup> Virtual Shikki // <http://www.k.hosei.ac.jp/~pasko/Shikki/Shikki.html>
- <sup>9</sup> Vilbrandt C.W., Goodwin J.M., Goodwin J.R. Computer models of historical sites: Szaedou — from the Aizu History Project, *Proceeding 1999 EBTI, ECAI, SEER&PNC Joint Meeting* (Taipei: Academia Sinica). P. 489–502.
- <sup>10</sup> Steuer J. *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*. *Journal of Communications*. 1992. N 42.4. P. 73–93.
- <sup>11</sup> Marie-Laure Ryan. *Immersion vs. Interactivity: Virtual Reality and Literary Theory*. Dept. of English, Postmodern Culture. Oxford, 1994. V. 5. N. 1. // [http://www.brown.edu/Administration/News\\_Bureau/2002-03/02-077.html](http://www.brown.edu/Administration/News_Bureau/2002-03/02-077.html)
- <sup>12</sup> Liggett R., Friedman S., Jepson W. *Interactive Design/Decision Making in a Virtual Urban World: Visual Simulation and GIS*, 1996 // <http://www.aud.ucla.edu/~robin/ESRI/p308.html>
- <sup>13</sup> Youngblut C. *Educational Uses of Virtual Reality Technology*. Institute for Defense Analyses, Paper D-2128, Virginia, 1998.
- <sup>14</sup> Visnovcova J. 3D-Rekonstruktion und Visualisierung des Reliefs der Innerschweiz von Franz Ludwig Pflyffer (1716–1802). VPK/MPG — Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik Mensuration, Photogrammetrie, *Genie rural* 7/2001. P. 486–489 // [http://www.photogrammetry.ethz.ch/general/persons/jana\\_pub/jana\\_japan.pdf](http://www.photogrammetry.ethz.ch/general/persons/jana_pub/jana_japan.pdf)
- <sup>15</sup> Biab online. *Council for British Archaeology*. P. 64 / <http://www.biab.ac.uk/A4volume9-2005.pdf>

- <sup>16</sup> List of Abstracts and Poster Presentations / <http://www.zrc-sazu.si/caa/abstracts.htm#Abstracts>
- <sup>17</sup> Daniel Acevedo Feliz. ARCHAVE: A virtual reality interface for archaeological 3D GIS // [http://graphics.cs.brown.edu/research/sciviz/archaeology/archave/ARCHAVE\\_proposal.pdf](http://graphics.cs.brown.edu/research/sciviz/archaeology/archave/ARCHAVE_proposal.pdf)
- <sup>18</sup> Ignatiev M.B., Nikitin A.V., Nikitin A., Reshetnikova N.N. The Virtual Worlds in Culture and Education // Russian Digital Libraries Journal. 2001. Vol. 4. No 3 // <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/eng/journal/2001/part3/INNRR>
- <sup>19</sup> Подгаецкий В.В. Социальная структура как скульптура для слепых // <http://kleio.asu.ru/aik/bullet/14/91-93.pdf>
- <sup>20</sup> Коробейников А.В. Историческая реконструкция по данным археологии. Ижевск, 2005.
- <sup>21</sup> Груздев Д.В., Журбин И.В. Визуализация и анализ результатов археолого-географических исследований: задачи, режимы и программная реализация // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». М., 2006. № 33. С. 43–52; Журбин И.В. Методика и технология геофизических исследований при сохранении и музеефикации памятников археологии. Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики: труды IX конф. Ассоциации «История и компьютер» / под ред. Л.И. Бородкина, В.Н. Владимирова. М.; Барнаул, 2005. С. 223–240.
- <sup>22</sup> Кальницкая Е.Я. Трехмерное моделирование как новый инструмент историка архитектуры. 2005. // [http://conf.cpic.ru/upload/eva2005/reports/tezis\\_725.doc](http://conf.cpic.ru/upload/eva2005/reports/tezis_725.doc)
- <sup>23</sup> Колесников Ю.Л., Потеев М.И., Шеламова Т.В. Виртуальный музей истории создания и развития образовательного учреждения как составляющая его информационной среды // Научно-технический вестник СПб ГИТМО (ТУ). СПб., 2003. Вып. 9. С. 8–11.; Колесников Ю.Л., Шеламова Т.В. Разработка и использование виртуального музея университета как средство изучения истории оптики // Наука и техника: Вопросы истории и теории. СПб., 2003. Вып. XIX. С. 317–321; Колесников Ю.Л., Шеламова Т.В., Щербакова И.Ю. Виртуальная образовательная среда и система изучения истории вуза как факторы формирования исторического сознания молодежи // Наука и техника: Вопросы истории и теории. СПб., 2004. Вып. XX. С. 177–178; Колесников Ю.Л., Шеламова Т.В., Щербакова И.Ю. Опыт создания виртуального музея университета и перспективы его использования в образовательной среде // Актуальные проблемы вузовских музеев. СПб, 2004. С. 29–30; Васильев В.Н., Колесников Ю.Л., Чуфаров Е.В., Шеламова Т.В., Щербакова И.Ю. Виртуальный музей университета как средство изучения истории оптического приборостроения и оптического образования // Оптический журнал. 2005. Т. 72. №3. С. 69–73.
- <sup>24</sup> Листвина Е.В., Афанасьева В.В. Хроника. Виртуальное пространство культуры // Известия Саратовского университета. 2008. Т. 8. Сер. Философия. Психология. Педагогика. Вып. 1. С. 108–109 // <http://www.sgu.ru/files/nodes/32526/2008-1-23.pdf>

- <sup>25</sup> Борисов Н. В., Горончаровский В. А., Швембергер С. В., Шербаков П. П. Компьютерная 3D реконструкция археологических памятников (по материалам боспорского города-крепости Илурат) // 10-я юбилейная международная конференция «EVA 2007 Москва» / [http://conf.cpic.ru/eva2007/rus/reports/theme\\_1112.html](http://conf.cpic.ru/eva2007/rus/reports/theme_1112.html)
- <sup>26</sup> Жеребятьев Д. И. Применение технологий интерактивного 3D моделирования для реконструкции утраченных памятников истории и архитектуры на примере крепости Тамбов // Материалы XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2007». Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. М., 2007. С. 214.
- <sup>27</sup> Смит Б. Исследовательская деятельность Европейского Союза в области культурного наследия // [http://www.evarussia.ru/upload/doklad/%D0%9F1-3\\_Smith.doc](http://www.evarussia.ru/upload/doklad/%D0%9F1-3_Smith.doc).
- <sup>28</sup> Chan R., Jepson W., Friedman S., Urban Simulation: An Innovative Tool for Interactive Planning and Consensus Building, 1998 // <http://www.asu.edu/caed/proceedings98/Chan/chan.html>
- <sup>29</sup> Schmitt G., Wenz F., Gramazio F. Urban space simulation by computer Graphics // [http://xar-caad.ethz.ch/trace/TOKYO\\_TRACE.html](http://xar-caad.ethz.ch/trace/TOKYO_TRACE.html)
- <sup>30</sup> Liggett R., Friedman S., Jepson W. Interactive Design/Decision Making in a Virtual Urban World: Visual Simulation and GIS, 1996 // <http://www.aud.ucla.edu/~robin/ESRI/p308.html>; Delaney B. Visualisation in Urban Planning: They Didn't Build LA in a Day, IEEE Computer Graphics and Applications, May/June 2000. P. 10–16.
- <sup>31</sup> Инновационные технологии в сферах девелопмента и градостроительства // [http://www.informap.ru/Informap\\_Development\\_WEB\\_2\\_2.pdf](http://www.informap.ru/Informap_Development_WEB_2_2.pdf)
- <sup>32</sup> Fleury Ph. et Madeleine S. Указ. соч. С. 51.
- <sup>33</sup> Le plan de Rome. Restituer la Rome antique. The Scale Model of Rome // [http://www.unicaen.fr/services/cireve/rome/pdr\\_maquette.php?fichier=histoire](http://www.unicaen.fr/services/cireve/rome/pdr_maquette.php?fichier=histoire)
- <sup>34</sup> См.: Visnovcova J. Указ. соч.
- <sup>35</sup> Заменит ли виртуальный Парфенон оригинал? // BBC, 23.03.2004. // [http://news.bbc.co.uk/hi/russian/entertainment/newsid\\_3561000/3561907.stm](http://news.bbc.co.uk/hi/russian/entertainment/newsid_3561000/3561907.stm)
- <sup>36</sup> Яблоков К. В. Исторические компьютерные игры как способ моделирования исторической информации // История и компьютер. Анализ и моделирование социально-исторических процессов / отв. ред. А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин. М., 2007. С. 170–204.
- <sup>37</sup> См.: Von Thomas Thelen. Указ соч.
- <sup>38</sup> Kaisergräber von Xi'an [China] // [http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de./d\\_projects/xian.html](http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de./d_projects/xian.html)
- <sup>39</sup> Synagogen in Deutschland — Eine Virtuelle Rekonstruktion // <http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/synagogen/inter/menu.html>
- <sup>40</sup> Der St. Gallener Klosterplan // [http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/d\\_projects/stgallen\\_img13.html](http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/d_projects/stgallen_img13.html)
- <sup>41</sup> Der Moskauer Kreml entsteht in Darmstadt neu // intern 2/2004 13–14 April 2004 // [http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/g\\_pdf/kreml/print\\_2004\\_04\\_13\\_tud-intern.pdf](http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/g_pdf/kreml/print_2004_04_13_tud-intern.pdf)

- <sup>42</sup> Проект «Кремлевские палаты» 2006 г. Виртуальная реконструкция Московского кремля от начала XII в. до XX столетия // <http://www.echo.msk.ru/programs/kremlin/41448/>
- <sup>43</sup> Institute for Advanced Technology in the Humanities. Rome Reborn // [http://www.romereborn.virginia.edu/rome\\_1.0.php](http://www.romereborn.virginia.edu/rome_1.0.php)
- <sup>44</sup> Vote E., Raford N. & Walsky A. HIGHER LEARNING – PROJECTS // <http://vis.cs.brown.edu/docs/pdf/Shape-2003-SHA.pdf>
- <sup>45</sup> См.: Visnovcova J. Указ. соч.
- <sup>46</sup> Interactive XV Century Belgrade a historical reconstruction of XV Century Belgrade presented through a new form of interactive real-time environment // <http://www.belgradexv.com/>
- <sup>47</sup> См.: Vilbrandt C.W., Goodwin J.M., Goodwin J.R. Указ соч.
- <sup>48</sup> Urban Simulation Team // <http://www.ust.ucla.edu/ustweb/projects.html>
- <sup>49</sup> The Development of the Temple of Karnak I // <http://dlib.etc.ucla.edu/projects/Karnak/assets/media/resources/ProcessionalRoutesAndFestivals/guide.pdf>
- <sup>50</sup> Digital Karnak Feature // <http://dlib.etc.ucla.edu/projects/Karnak/feature/TempleComplexOverview>
- <sup>51</sup> Минаева Ю. Древний индейский город Теотиуакан восстановлен // [http://infox.ru/science/past/2009/06/15/Teotihuacan\\_3D.phtml](http://infox.ru/science/past/2009/06/15/Teotihuacan_3D.phtml)
- <sup>52</sup> Виртуальная реконструкция Боспорской крепости Иллура I–III вв. // <http://ilurat.nw.ru/>
- <sup>53</sup> Учебно-производственные комплексы Avid в Санкт-Петербурге // [http://www.elogar.ru/files/Avid\\_in\\_SaintPeterburg.doc](http://www.elogar.ru/files/Avid_in_SaintPeterburg.doc)
- <sup>54</sup> Виртуальная реконструкция новгородского храма Спаса на Нередице // <http://www.neredita.ru>
- <sup>55</sup> Виртуальная реконструкция Старой Ладogi // <http://oldladoga.nw.ru>
- <sup>56</sup> Учебно-производственные комплексы Avid в Санкт-Петербурге // [http://www.elogar.ru/files/Avid\\_in\\_SaintPeterburg.doc](http://www.elogar.ru/files/Avid_in_SaintPeterburg.doc)
- <sup>57</sup> Поселенческие памятники коренного населения Средней Оби. Виртуальная реконструкция поселения Сырой Аган-11, 12 // <http://www.ihist.uran.ru>
- <sup>58</sup> Жеребятьев Д.И., Кончаков Р.Б. Использование технологий создания 3-d игр как инструмента сохранения и реконструкции исторических памятников // Материалы X конференции ассоциации «История и компьютер». М.; Тамбов, 2006. С. 12–13.
- <sup>59</sup> Vizerra // <http://www.vizerra.com/ru/locations>
- <sup>60</sup> Blidenberg V., Malherbe A., Rouhen C., Younsi N. 3D Technology Solves the Mystery of the Great Pyramid // [http://khufu.3ds.com/introduction/datas/intro/downloads/Kheops\\_Story.pdf](http://khufu.3ds.com/introduction/datas/intro/downloads/Kheops_Story.pdf)
- <sup>61</sup> См.: Fleury Ph. et Madeleine S. Указ. соч. С. 50–51.
- <sup>62</sup> Wissenschaftler der TU Darmstadt entdecken verborgenen Grabeingang zu chinesischem Kaisergrab // [http://www.rhombos.de/shop/a/show/story/?868;AbenteuerWissen.Zhaoling im Cyberspace. Spurensuche mit neuen digitalen Technologien](http://www.rhombos.de/shop/a/show/story/?868;AbenteuerWissen.Zhaoling%20im%20Cyberspace.Spurensuche%20mit%20neuen%20digitalen%20Technologien) // <http://abenteuerwissen.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,3939201,00.html?dr=1>
- <sup>63</sup> Минаева Ю. 3D-карта покажет секретные ходы римских катакомб // <http://www.infox.ru/science/animal/2008/09/27/document418.phtml>

*А.А. Смолин, М.В. Румянцев*

**Виртуальная реконструкция  
храмового комплекса г. Енисейска  
на основе технологии трехмерного  
моделирования\***

Технологии 3D-моделирования чуть более чем за полвека достигли высокого уровня реалистичной визуализации и интерактивности. Сфера их применения достаточно широка (проектирование и дизайн в строительстве и промышленности, визуальные эффекты в кинематографе, производство компьютерных игр и пр.). Возросший интерес со стороны государства к сохранению в цифровом виде мирового культурного наследия позволил использовать технологии трехмерного моделирования и в научно-исследовательской деятельности, в том числе в области исторических и археологических исследований. Такие проекты, реализованные на основе 3D-технологий, могут быть связаны:

- 1) с виртуальной реконструкцией утраченных памятников культуры на основе исторических документов<sup>1</sup>;
- 2) с виртуальной реконструкцией существующих памятников культуры с возможностью их виртуального посещения<sup>2</sup>;

---

\* Работа выполнена в рамках государственного контракта №02.740.11.0351 на выполнение научно-исследовательских работ (ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.).

3) с виртуальной картографической реконструкцией местности с соответствующими историческими поселениями<sup>3</sup>;

4) с виртуальной реконструкцией исторических событий с использованием трехмерных персонажей (военные действия, миграции, религиозные ритуалы и т.д.);

5) с воссозданием утраченных предметов интерьера и оцифровкой антиквариата для создания тематических мультимедиа-приложений, а также единой электронной библиотеки<sup>4</sup>.

В рамках создания информационной системы, в цифровом виде интегрирующей данные историко-культурных, археологических, этнографических исследований об исчезающих объектах культурного наследия Средней Сибири (проект «Актуализация историко-культурного наследия», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., государственный контракт №02.740.11.0351), решается задача виртуальной реконструкции культового пространства Енисейска на основе технологии трехмерного моделирования.

Изучение архивных и музейных материалов, исторических и культурологических работ позволило выявить перечень объектов реконструкции:

1. Спасский мужской монастырь — монастырь Всемилошного Спаса — 1750–1800 гг.

Основанный в 1642 г. монастырь Всемилошного Спаса — Свято-Спасский мужской монастырь — всегда был открыт для пристанища увечных и представителей различных сословий. В его состав входили:

*Каменный Спасский собор* (рис. 1). Начат постройкой при архимандрите Димитрии Смеловском в 1731–1743 гг., а закончен при архимандрите Иоанникии Смеловском в 1750–1755 гг.

Размеры собора были относительно невелики, что объяснялось небольшим числом прихожан — братии монастыря. При небольшой площади он был довольно большой высоты. Тип храма был стандартным для Енисейска и представлял собой «восьмерик на четверике», с обширной трапезной и двумя приделами на ее восточных углах. Декоративное убранство собора было значительно проще, чем оформление Богоявленского собора и Воскресенской церкви. В 1805 г. на заднем фасаде Спасского храма был устроен придел во имя Святого Ильи.

*Надвратная церковь во имя Захария и Елизаветы* (рис. 2). В 1780 г. игуменом Спасского монастыря становится Иосиф Владими-



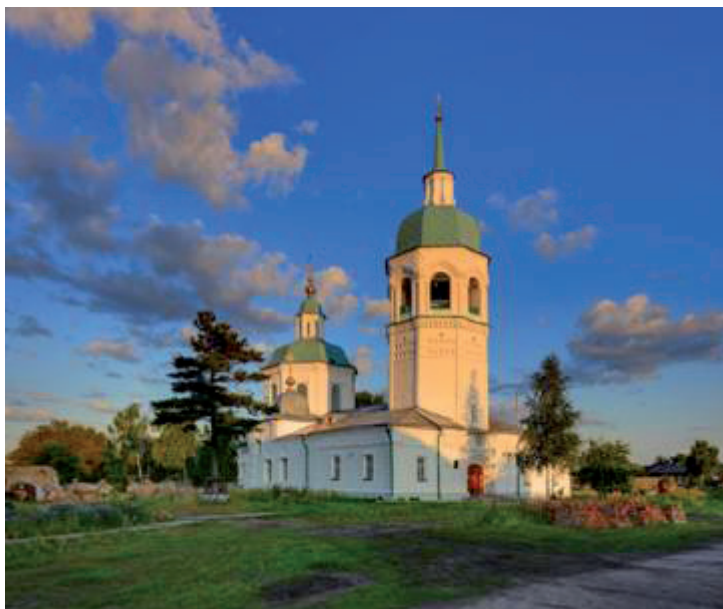


Рис. 1. Спасский собор



Рис. 2. Надвратная церковь Захария и Елизаветы  
на территории Спасского мужского монастыря.  
*Слева направо: вид с улицы, вид изнутри монастыря*



Рис. 3. Троицкая церковь

ров из казначеев архиерейского дома. При нем в ограде монастыря в 1785 г. отстраивается вчерне Захарьевская церковь. Церковь получает название надвратной, поскольку под ней располагались главные или святые монастырские ворота. Постройка Захарьевской надвратной церкви была окончена в 1790 г. при участии монастыря и жителей Енисейска.

*Житный двор с казенными хлебными запасами.* Монастырь имел три мельницы, также в его владении находились тасеевские заимки и 19 деревень.

К концу XVII и в XVIII вв. Спасский монастырь становится одним из значительных собственников всей Восточной Сибири с владениями порядка трех тысяч десятин земли. Собор Спасского монастыря в Енисейске является памятником провинциального сибирского зодчества середины XVIII в. и отличается сильной архаизирующей ориентацией стиля.

*Современное состояние:* часть монастырского комплекса восстановлена. Не восстановлена надвратная церковь Захария и Елизаветы. Ведутся работы по реконструкции всего комплекса.

2. Троицкая церковь — церковь Святой Троицы (рис. 3) — 1772—1782 гг. Один из самых красивых храмов Енисейска с богатым и разнообразным декором. Разрушена, сохранился только первый ярус. Находится на консервации.



Рис. 4. Богоявленский собор  
*Слева направо:* вид с улицы, вид на алтарную часть

Открытие Троицкого прихода в первой половине XVIII в. связано с расширением города в южном направлении. Каменная Троицкая церковь была построена в 1773 г. на небольшой возвышенности как приходская на месте формирующейся новой слободы города.

Церковь имела продольную трехчастную композицию: храм с полукруглой алтарной апсидой, широтно скомпанованная трапезная с двумя фланкирующими приделами и колокольня, вытянутые по одной оси. Храм относился к типу «малый восьмерик на четверике». К церкви были пристроены боковые приделы: правый — во имя Сретения Господня, средний — во имя Святой Троицы и левый — во имя иконы Божьей матери «Живоносный источник». В 1856 г. для обывателей Енисейска была устроена богадельня, помещавшаяся в маленьком домике Троицкой церкви, где проживало 7–10 человек.

Троицкая церковь являлась выдающимся памятником архитектуры Сибири XVIII в. С учетом того, что элементы декоративного убранства церкви размещены традиционно, они имеют ряд оригинальных мотивов, например, многопрофильные с килевидными подвышениями обрамления окон.

**Современное состояние:** разрушена, сохранился только первый ярус. Находится на консервации.

3. Богоявленский собор (рис. 4) — 1738–1764 гг. Массивный пятиглавый собор, располагающийся на берегу Енисея.

В 1625 г. в Енисейском остроге была выстроена деревянная соборная церковь Введения богоматери. Одновременно за пределами острога, с западной стороны, на берегу Енисея, выстроена деревянная Богоявленская церковь на каменном подклете, где «кладут соль и хлебные красноярские запасы».

После пожара 1702 г. Богоявленская церковь была уничтожена. На средства московских дворян Семена и Епифана Надеиных была начата постройка каменного пятиглавого Богоявленского собора под руководством московского каменщика Федота Чайки. Главный храм был достроен в 1750-х гг.

Храм имел продольную трехчастную композицию: полукруглая алтарная апсида, кафоликон, широтно скомпонованная трапезная с двумя фланкирующими приделами и колокольня вытянуты по одной оси. Храм относится к типу «восьмерик на четверике». Трапезная перекрывалась поперечным коробовым сводом с замыкающими лотками. Колокольня трехъярусная, восьмигранная в верхних ярусах, вершилась полуциркульными фронтонами над каждой гранью. Крупный купол увенчивался шпилем на барабане. Наружное убранство храма было выполнено в пышных формах «уральского барокко». Фасад северного придела завершался раскрепованным карнизом с тройным поребриком «пилой» и широким фризом заглубленных в стену балясин.

Ограда вокруг Собора была построена в 1826 г. енисейским купцом Максимом Соколовым. На высоком кирпичном цоколе она состояла из четырехугольных столбов и металлических решеток. На ее западном участке, напротив входа в церковь, находились ворота в виде двух кирпичных пилонов с арочным проездом. На южном участке ограды была расположена калитка. При Соборе особенно замечательными были два колокола, весом 16 и 35 пудов, с латинскими подписями, вылитые в 1630-х гг. в Амстердаме.

Богоявленский храм представлял собой один из лучших барочных образцов сибирского зодчества, характерного для XVIII в., отличался своеобразным композиционным решением, насыщенностью и великолепием декора. Он занимал центральное место в панораме города, возвышаясь над берегом Енисея.

**Современное состояние:** практически разрушен. Ранее использовался в качестве котельной. Ведутся работы по реконструкции.

4. Преображенская церковь — 1747–1804 гг. На протяжении всего периода существования являлась неотъемлемой частью комплекса гостиного двора, игравшего значительную роль в жизни Енисейска.

Неподалеку от Воскресенского собора, на месте сгоревшей Преображенской церкви, в 1747–1750 гг. был выстроен каменный храм также во имя Преображения господня. Преображенскую церковь

называли Гостинодворской, поскольку она была возведена близ Гостиного двора. В строительстве Преображенской церкви принимали участие приезжие мастера, очевидно, уральские каменщики.

Характерная особенность Преображенской церкви — её двухэтажность. В 1765 г. с южной стороны от храма была заложена придельная церковь Знамения Богородицы, завершенная в 1770 г. Архитектурная композиция придела напоминала небольшую храм с четырехчастной планировочной структурой и повторяла композицию приделов Богоявленского собора, Воскресенской и Христорождественской церквей. Одновременно с началом строительства придела было начато строительство церковной паперты и колокольни. В 1779 г. был заложен и к 1804 г. завершен еще один придельный храм — Вознесения.

В длительном процессе возведения Преображенской церкви выделяется несколько этапов с характерными для них архитектурными формами. В течение первого этапа (1747–1760 гг.) был построен нижний этаж храма во имя Преображения Господня, характерным для которого был стиль «уральского барокко». В ходе второго этапа (1765–1770 гг.), во время которого были возведены церковная колокольня и южный Знаменский придел, доминирующим архитектурным стилем продолжало оставаться «уральское барокко» в его развитии. На третьем этапе (1779–1804 гг.) был возведен летний придельный храм Вознесения, в архитектуре которого заметен переход к столичному барокко западноевропейских форм.

С начала XIX в. Преображенская церковь не меняла своего архитектурного облика и принадлежала к типу русских трапезных церквей с трехчастной продольно-осевой планировкой, несколько усложненной южным приделом и северной пристройкой.

**Современное состояние:** не сохранилась.

5. Христорождественская церковь — церковь Рождества Христова — 1755–1873 гг.

Кирпичная двухэтажная церковь Рождества Христова была построена в 1755–1758 гг. на средства купцов. Христорождественская церковь имела шесть приделов, стояла посреди монастыря и была с трех сторон обнесена каменной оградой, сооруженной в 1873 г. Главный купол церкви был украшен пятью главами. Высота его составляла около 13 сажень (около 28 м). Церковь была построена в одной связи с колокольней, располагавшейся над западной частью здания и увенчанной восьмиугольным каменным шатром. Стены храма и колокольни были украшены поясами кронштейнов, бегун-

цов и балясин. В нескольких саженях от храма находилась каменная часовня, в которой покоился прах блаженного старца Даниила. Декоративное убранство Христорождественской церкви было выполнено в традициях «уральского барокко».

К Христорождественской церкви относилась каменная часовня в честь Св. Николая на Кузнечной улице в полуверсте от храма, сооруженная неизвестно когда прихожанами-кузнецами. При храме существовала церковно-приходская школа, в которой обучалось 35 человек.

Христорождественская церковь полностью выгорела при пожаре 1869 г.

**Современное состояние:** не сохранилась.

6. Воскресенская церковь — церковь Воскресения — 1735–1747 гг.

Церковь Вознесения относится к числу первых культовых построек города Енисейска. Воскресенская церковь была построена на месте древней деревянной, стоявшей в северо-восточном углу Енисейского острога на берегу Енисея. Постройка производилась на жертвования жителей Енисейска и других городов.

Храм относится к типу «восьмерик на четверике». Углы восьмерика обработаны отступающими заглубленными полуколоннами с дублирующими их вертикальными цепями балясинок. Апсида увенчивается профилированным карнизом на консоляках. Выполненная в традициях барокко, каменная ограда Воскресенской церкви представляла собой эффектное сооружение из кирпича с редким для сибирского зодчества волнообразным рисунком звеньев.

В 1850 г. на Воскресенской церкви был установлен самый большой в городе колокол, весивший 500 пудов (8 т). Отливался колокол в Енисейске специально выписанным для этого мастером. При громадном стечении народа колокол был доставлен к Воскресенской церкви и установлен на ее колокольне. В 1869 г. церковь сильно пострадала при пожаре.

Воскресенская церковь — памятник культовой архитектуры второй четверти XVIII в. и одно из лучших произведений сибирского зодчества. Отличается разнообразием и нарядностью применяемых форм наружного убранства фасадов, замыкая с востока панораму центральной части города.

**Современное состояние:** разрушена, в уцелевшей части размещается заводской цех. Находится на консервации.



Рис. 5. Успенская церковь

7. Успенская церковь (рис. 5) — 1793–1843 гг.

В 1747 г. в связи со строительством каменной Преображенской церкви около Гостиного двора ранее расположенную там деревянную Знаменскую церковь перенесли за пределы города на городское кладбище, расположенное на возвышенности по Ачинскому тракту.

К концу XVIII в. енисейскими купцами Е.С. и П.С. Трескиными была начата постройка каменного храма. Нижний храм был освящен в 1799 г. во имя Успения Богородицы, верхний — во имя Петра и Павла в 1818 г. В 1827–1843 гг. к Успенской церкви были пристроены приделы в два этажа: Иркутского святителя Иннокентия и Александра Невского.

Двухэтажная каменная успенская церковь выстроена «кораблем»: храм с полукруглой алтарной апсидой, трапезная и колокольня вытянуты по одной оси. С севера во всю длину храма и трапезной примыкают двухэтажные приделы. Четверик храма увенчивался высокими фигурными «полуглавиями» с лучковым навершием и круглой люкарны, а также диагональными люкарнами в виде кокошников, над которыми возвышались боковые главы на тонких световых барабанах.

Успенская церковь, возведенная на рубеже XVIII–XIX вв., отражает происходившее в это время приобщение сибирского зодчества к общим стилистическим тенденциям русской архитектуры, тяготеющим к классицизму. Своеобразие «сибирского барокко» сохраняется только в форме оконных обрамлений. Здание церкви служит крайним западным ориентиром в панораме города.

**Современное состояние:** ведутся работы по реконструкции.

Далее на примере Спасского собора представлены этапы реконструкции архитектурного объекта с помощью технологии трехмерного моделирования.

Для решения задач архитектурной реконструкции достаточно создания утрированной трехмерной модели, необходимой исключительно для работ по реконструкции или последующему строительству. В этих случаях, как правило, используются специализированные программы для визуализации в архитектурном аспекте (AutoCAD Architecture), с помощью которых создаются эскизные трехмерные варианты.

Виртуальная реконструкция в рамках данного проекта связана с задачей построения аутентичного экстерьера, в мельчайших деталях воссоздающего комплекс православных храмов Енисейска. Такой подход позволит совершить виртуальную прогулку по культовому пространству города, проводить культурологические, исторические, археологические, этнографические, антропологические и другие исследования.

Для создания реалистичных трехмерных моделей православных храмов было выбрано следующее лицензионное прикладное программное обеспечение:

1. Autodesk AutoCAD. В данной программе были созданы чертежи основной конструкции храма в формате \*.dwg, которые затем были импортированы в соответствующий пакет для трехмерного моделирования в виде двумерных кривых (spline).

2. Autodesk 3ds Max Design 2009. В данном графическом редакторе была создана реалистичная трехмерная модель соответствующего храма.

3. Adobe Photoshop CS3. Необходим для создания реалистичных изображений (текстур), которые впоследствии «накладываются» на соответствующие части экстерьера смоделированного объекта.

Первым этапом разработки трехмерной модели Спасо-Преображенского собора стало изучение проектной документации (чер-





Рис. 6. Фрагмент проектной документации по реконструкции Спасского собора

тежи) и натуральных фотоизображений (рис. 6, 7), в ходе которого было выявлено несоответствие некоторых декоративных элементов (рис. 8). Впоследствии чертежная документация использовалась для создания пропорциональной модели храма, а работа над декорированием велась преимущественно по фотоизображениям.

Второй этап разработки трехмерной модели собора был связан с созданием его макета (рис. 9) в специализированном программном продукте Autodesk 3ds Max Design 2009. Конструкция Спасо-Преображенского собора была тематически разделена на четыре составляющих (рис. 10):

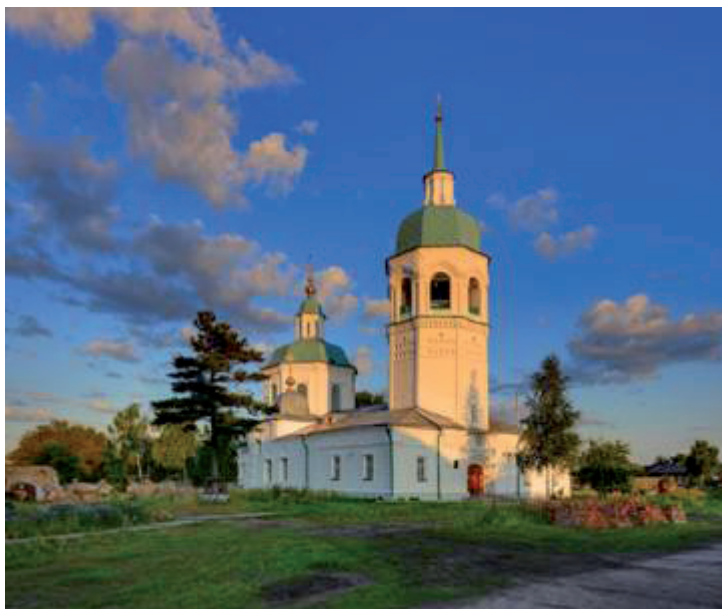


Рис. 7. Вид на Спасский собор. Фотография

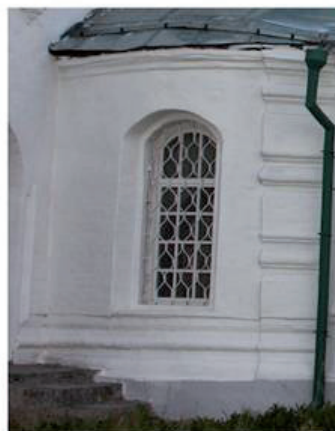


Рис. 8. Несоответствие декоративных элементов проектной документации  
*Слева направо*: фрагмент проектной документации, фотография

1. Общее здание – «base»;
2. Первая башня – «tower1»;
3. Вторая башня – «tower2»;
4. Третья башня – «tower3».

После создания макета собора последовала его детализация. Особое внимание следует обратить на следующий факт: каждый воссозданный декоративный элемент представляет собой *отдельную* трехмерную фигуру, что позволяет изменять модель, а также использовать отдельные декоративные элементы для изучения или моделирования других объектов. Декоративные элементы группируются друг с другом в соответствии с определенной иерархией (объекты нижнего уровня строго соотносятся определенным объектам верхнего уровня). Так, например, при проектировании верхней части объекта «tower1» было выявлено, что площадка с колоколами является восьмигранной, каждая грань которой повторяет остальные. Одна из граней была смоделирована, а затем с помощью команды *Array* (Массив), размножена таким образом, чтобы они соприкасались между собой. На рисунке 11 представлена иерархия подгрупп для объекта «tower1». Основная группа «tower1», подгруппа «tower1\_bell tower», подподгруппа «tower1\_bell tower\_edge» и т.д.

Так как подобная концепция моделирования трехмерных моделей, состоящих из множества отдельных геометрических фигур, отрицательно сказывается на скорости ее обработки и визуализации, моделируемые объекты создавались с минимальным количеством полигонов.

Для создания куполов церкви использовалась технология *Loft*-моделирования. *Loft*-объект представляет собой трехмерную фигуру, созданную посредством двух сплайнов: *Path*, по которому в виде сечений располагаются соответствующие замкнутые *Shapes*. *Loft*-объект обладает рядом преимуществ в сравнении со стандартными объектами, которые создаются с использованием команд по изменению геометрической формы объекта. Так, масштабируя график сечения *Loft*-объекта, ему была придана соответствующая чертежной документации форма (рис. 12).

Изучение проектной документации выявило различие крестов, украшающих купола собора (рис. 13). Данные трехмерные элементы были созданы с помощью основных геометрических фигур с использованием команды *Spline*.

Вход в собор из-за значительного числа декоративных элементов стал самым сложным элементом трехмерной модели Спасского

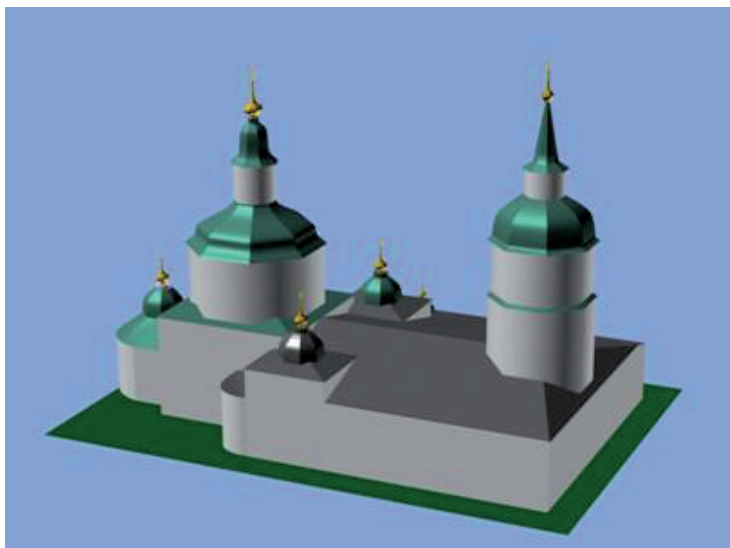


Рис. 9. Общий вид макета моделируемой церкви

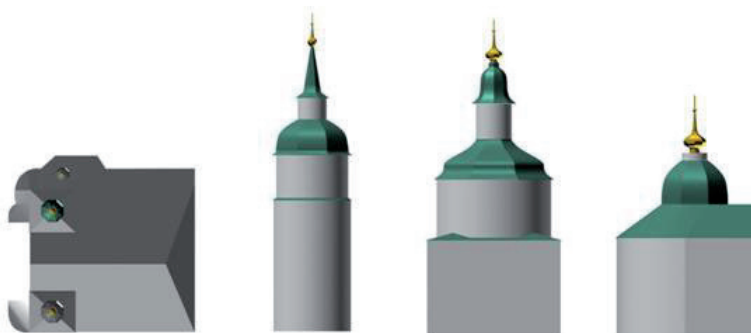


Рис. 10. Составляющие трехмерной модели собора.  
*Слева направо: «base»; «tower1»; «tower2»; «tower3»*

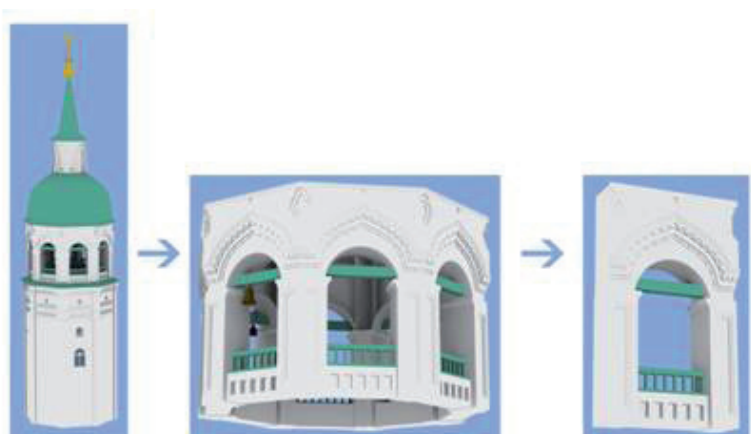


Рис. 11. Иерархия групп объектов.

Слева направо: «tower1»; «tower1\_bell tower»; «tower1\_bell tower\_edge»

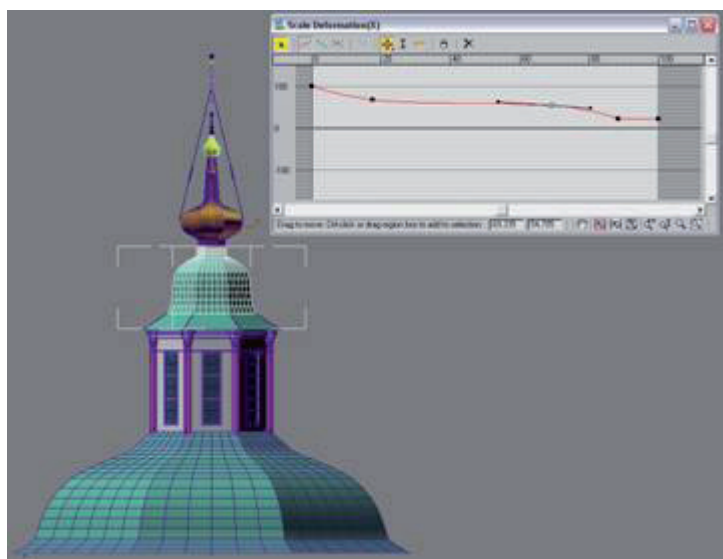


Рис. 12. Деформация Loft-объекта для создания формы купола собора

собора (рис. 14). При его проектировании потребовалось вырезать большое количество отверстий и разместить в них декоративные элементы. Эта операция производилась при помощи команды *Pro Boolean*, позволяющей производить сложные операции по объединению, вычитанию или пересечению объектов.

В ходе виртуальной реконструкции Спасского собора выяснилось, что многие декоративные элементы повторяются в различных частях объекта либо незначительно видоизменяются. Например, декоративный элемент «колонна», располагающийся в верхней части входа в собор, также является декоративным элементом для окон объекта «tower2» (рис. 15). Подобное наблюдение позволило использовать уже готовые формы для создания новых объектов и групп объектов, о чем говорилось выше.

Четвертый этап разработки трехмерной модели собора был связан с созданием текстур и источников освещения.

В качестве материала текстур, т.е. изображений, накладываемых на поверхность полигонов, из которых состоит 3D-модель, для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа, использовалось пять основных видов материала:

1. Основной материал для стен собора (рис. 16а). Материал представляет собой имитацию белой известки — матовый белый шейдер\* без бликов.

2. Материал для куполов (рис. 16б). Шейдер, имитирующий металлическую поверхность бирюзового цвета, с наложенной ромбовидной рельефной текстурой.

3. Металлический шейдер для крыши (рис. 16в) — имитация алюминиевого материала.

4. Материал для крестов (рис. 16г) — имитация позолоты (металлический шейдер).

5. Текстура для окон (рис. 16д). Одноцветный непрозрачный материал темно-синего оттенка.

Помимо основных шейдеров, для создания аутентичных деталей модели были использованы изображения поверхностей, полученные в ходе натурной фотосъемки. Одним из таких изображений стала текстура двери (объект «tower2»). С помощью программы *Adobe Photoshop* изображение двери было скорректировано (рис. 17).

---

\* Shader (шейдер) — алгоритм сглаживания ребер и отображения зеркальных бликов материала.

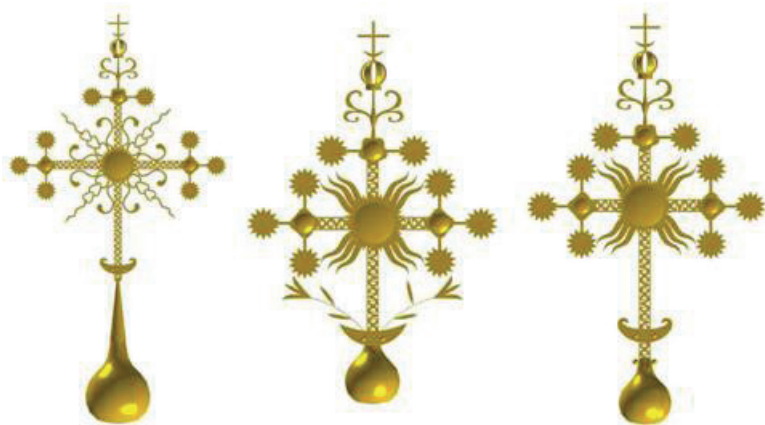


Рис. 13. Варианты объекта «крест»



Рис. 14. Вход в собор

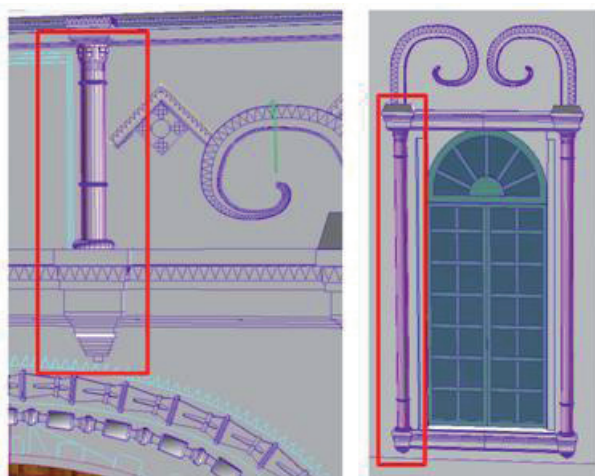


Рис. 15. Повторяющиеся декоративные элементы

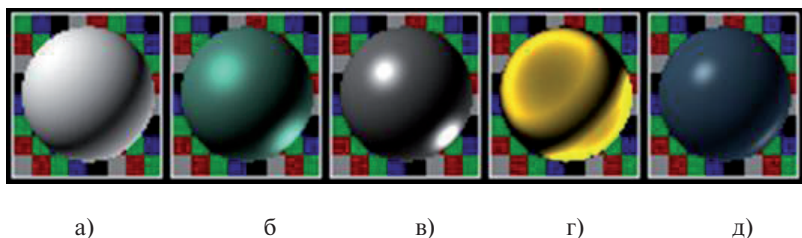


Рис. 16. Основные текстуры,  
используемые для трехмерной модели собора

Созданный в трехмерном редакторе дверной проем и оригинальные петли были совмещены с соответствующим фотоизображением (рис. 18).

Использование стандартных источников освещения в программе Autodesk 3D Studio Max дает неудовлетворительный результат зрительного представления объектов (рис. 19), поэтому для визуализации трехмерной модели Спасского собора было применено





Рис. 17. Создание текстуры.

*Слева направо:* исходное изображение;  
изображение, скорректированное в программе Adobe Photoshop



Рис. 18. Наложение созданной текстуры на трехмерную модель



Рис. 19. Использование стандартных источников освещения в программе Autodesk 3D Studio Max

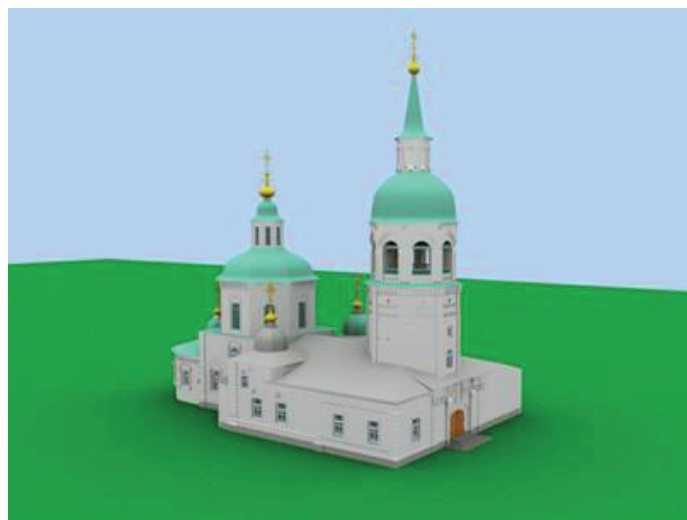


Рис. 20. Использование механизма глобального освещения Light Tracer



Рис. 21. Использование визуализатора mental ray

глобальное освещение (Global Illumination), учитывающее многократное отражение лучей света от различных поверхностей, позволяющее создавать реалистичные изображения. На рисунке 20 представлено изображение, полученное с помощью механизма глобального освещения Light Tracer и источника света Skylight. Существующие программы рендеринга (или визуализации) изображений также дают хорошие результаты: на рисунке 21 представлен результат визуализации трехмерной модели в системе mental ray.

Воссозданная трехмерная модель обладает рядом преимуществ в сравнении с двухмерными аналогами: фотографиями, чертежами и пр. Прежде всего это возможность наглядно увидеть объект без искажений в любом ракурсе, а также увеличивать и детально рассматривать отдельные его части; реально вычленить любой элемент объекта из общей конструкции при проведении различных исследований, например, сопоставительного архитектурного анализа;

экспорта созданной модели в трехмерные движки с последующим созданием виртуальной прогулки вокруг созданного объекта.

На основе проведенного исследования разработаны методологические основания реконструкции храмового комплекса Енисейска с последующим созданием интерактивного виртуального трехмерного пространства.

### **Примечания**

- <sup>1</sup> Jepson W., Friedman S. Real-time visualization system for large scale urban environments // [www.ust.ucla.edu/~bill/UST.html](http://www.ust.ucla.edu/~bill/UST.html); Актуализация историко-культурного наследия. Изучение и обработка архивных, музейных, этнографических, археологических и архитектурных материалов в Енисейском районе: отчет о НИР по государственному контракту №02.740.11.0351 от 20 июля 2009 г. Красноярск, 2009. 285 с.
- <sup>2</sup> Запретный город. Виртуальная трехмерная реконструкция // <http://www.beyondspaceandtime.org>; Информационно-познавательный портал Vizerra // Режим доступа: <http://vizerra.com>.
- <sup>3</sup> Виртуальные исторические реконструкции // <http://www.tambkraeved.ucoz.ru>.
- <sup>4</sup> Лазерное сканирование, создание 3D моделей, твердых копий и форм, виртуальная реставрация // [http://www.bumtechno.ru/rus/page\\_rad\\_3d\\_art.html](http://www.bumtechno.ru/rus/page_rad_3d_art.html).

*А.В. Усачев*

**Концепция информационной системы  
«Актуализация историко-  
культурного наследия»\***

В рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. коллективом Гуманитарного института Сибирского федерального университета на основе мультидисциплинарного подхода начата научно-исследовательская работа, итогом которой в 2011 г. станет информационная система, в цифровом виде интегрирующая данные историко-культурных, археологических и этнографических исследований об исчезающих объектах культурного наследия Средней Сибири.

При историко-культурных исследованиях в последние несколько десятилетий ученые все чаще используют различные информационные технологии. Несмотря на слабую формализованность, данные для этих исследований транслируются в цифровую форму, что позволяет не только обеспечивать их сохранность, но и применять к ним новые методы интерпретации, визуализации и поиска знаний (Data Mining). Информационная система «Актуализация

---

\* Работа выполнена в рамках государственного контракта №02.740.11.0351 на выполнение научно-исследовательских работ (ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.).



Рис. 1. Структурная схема программной реализации ИС АИКН

историко-культурного наследия» (ИС АИКН), разрабатываемая в настоящем проекте, должна обеспечить использование имеющихся достижений в области информационно-коммуникационных технологий в работе с информацией, относящейся к сфере историко-культурного наследия.

Слабая формализованность и разноформатность данных, используемых в ходе исследований об исчезающих объектах культурного наследия, накладывают особые требования на способы их представления в цифровом виде. Такого рода данные, как правило, представлены слабоструктурированными блоками, характеризующими каждый объект исследований. Объекты могут быть связаны между собой системой направленных отношений и параметров (например, «является частью»/«состоит из», «подобен», «предшествует»/«построен на месте» и т.п.), при этом каждый объект может иметь типизированные ссылки на данные, непредставимые в текстовом виде: изображения, чертежи, схемы, 3D модели, видеоролики и т.п.

С точки зрения программной реализации описания подобных объектов структурная схема представления объекта будет выглядеть следующим образом (рис. 1).

При описании любого исследуемого объекта необходимо учитывать тот факт, что количество параметров, используемых в текущий момент времени, может быть расширено. Таким образом, основными требованиями к ИС АИКН стали: работа системы в сетевой среде (Интернет); масштабируемость (возможность изменять параметры ИС АИКН в области пополнения баз данных и баз знаний без перепрограммирования исходного кода); реализация политики безопасности (аутентификация пользователей и разграничение областей

## Концепция информационной системы...

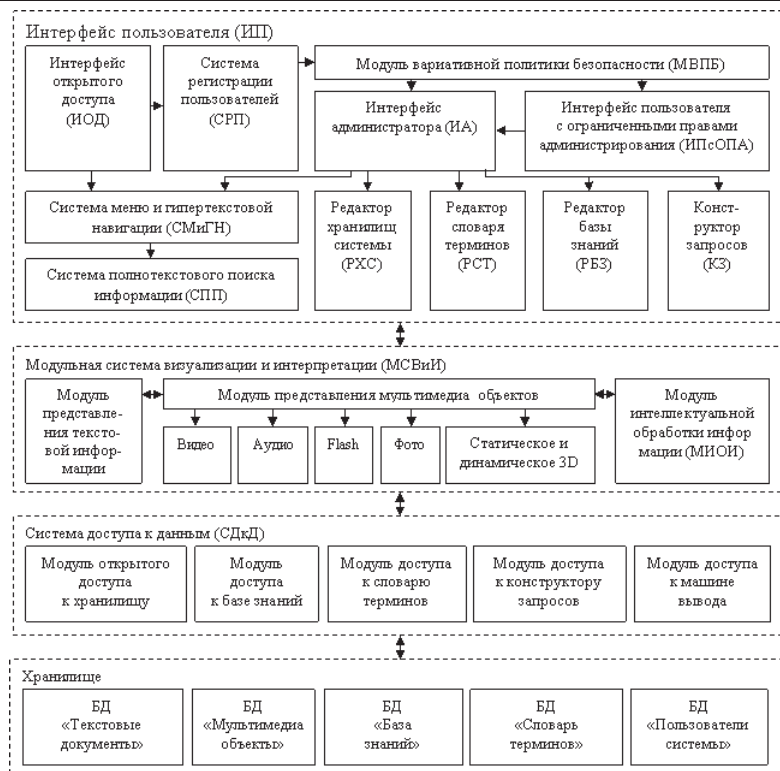


Схема 1. Структура ИС АИКН

доступа); реализация алгоритмов поиска знаний; мультиформатность (возможность оперирования практически любыми типами данных).

Структура системы, удовлетворяющая вышеперечисленным требованиям и способная оперировать объектами сложносоставной структуры, представлена на схеме 1.

Задача, реализуемая интерфейсом пользователя (ИП), — это обеспечение комплексного доступа ко всем видам и типам информации, хранимой в системе, более того, ИП должен обеспечивать удобный функционал по манипулированию всеми форматами данных, хранящимися в системе. ИП ИС АИКН состоит из 11 компонентов. Изначально пользователь получает доступ к интерфейсу открытого доступа (ИОД).

ИОД представляет собой web-интерфейс, функционал которого позволяет просматривать открытую для всеобщего доступа информацию в мультимедийном (отображаются данные всех типов) режиме. Корректировка или пополнение информации в этом режиме не предусмотрены. ИОД визуально выглядит как типовое решение wiki-порталов (Xwiki) со средствами навигации по базе данных.

ИОД реализуется стандартными средствами разработки на основе XML-технологии, ASP.NET и ADO.NET (ActiveX Data Objects .NET) — набора классов, реализующих программные интерфейсы для облегчения подключения к базам данных из приложения независимо от особенностей реализации конкретной системы управления базами данных и от структуры самой базы данных, независимо от места расположения самой базы, например, в распределенной среде (клиент—серверные приложения) на стороне сервера технологий. ADO.NET используется совместно с технологией web-программирования с обработкой объектов ASP.NET для доступа к расположенным на сервере базам данных со стороны клиента.

Пользователь системы в зависимости от своих потребностей может ограничиться использованием системы меню и гипертекстовой навигации (СМиГН) и системой полнотекстового поиска информации (СПП), или же стать зарегистрированным пользователем ИС АИКН с расширенными правами доступа к хранилищу. В первом случае СМиГН и СПП обеспечат доступ к открытой для всеобщего доступа информации через стандартный Web-интерфейс путем использования любого из существующих браузеров, но доступ к встроенным редакторам, конструктору запросов и модулю интеллектуальной обработки информации (МИОИ) будет закрыт. Во втором случае необходимо использовать систему регистрации пользователей (СРП) ИС АИКН.

СРП позволяет проводить процедуры регистрации и авторизации пользователей. Она включает в себя модуль вариативной политики безопасности (МВПБ), который предназначен обеспечивать многопользовательскую работу и администраторские возможности ИС АИКН по определению ролей пользователей, прав пользователей по ролям или наборам объектов. Безопасность системы основывается на ролевом доступе, при возникновении специфических требований вводится система ACL (Access Control Lists), позволяющая задавать уровни доступа для каждого объекта системы в отдельности. Таким образом, после регистрации пользователь получает



доступ к расширенному функционалу ИС АИКН. Расширенный функционал реализуется через отдельный интерфейс.

Интерфейс администратора (ИА) аналогично ИОД реализуется с помощью вышеупомянутых технологий и представляет собой web-страницу с системой меню и системой гипертекстовой навигации. В зависимости от установленных политикой безопасности прав доступа ИА трансформируется в интерфейс пользователя с ограниченными правами администрирования (ИПсОПА). Количество ИПсОПА может быть неограниченным, визуально ИПсОПА схож с ИА, но количество пунктов меню и гиперссылок уменьшается в зависимости от установленных каждому конкретному пользователю ограничений доступа к информации. Основными компонентами ИА являются редактор хранилищ системы (РХС), редактор словаря терминов (РСТ), редактор базы знаний (РБЗ), конструктор запросов (КЗ).

РХС позволяет пополнять системные базы данных новой информацией, корректировать параметры объектов или даже проводить их удаление. Функционал РХС предусматривает возможность загрузки на сторону сервера файлов различных форматов, в том числе pdf, avi, jpg, flv и т.п. (в ADO.NET существует набор стандартных классов, интерфейсов и программных средств, используемых при реализации вышеуказанных возможностей). РХС также позволяет работать с множествами объявлений классов, которые содержат объявления унаследованных методов и свойств, предназначенных для решения задачи извлечения информации из базы данных; с множеством объектов-представителей классов, которые обеспечивают работу с базами данных; с множеством значений и свойств конкретных объектов, отражающих специфику структуры конкретной базы данных. Функциональные особенности этой сложной системы взаимодействующих классов обеспечивают единообразную работу с мультиформатными базами данных независимо от системы управления базами и ее реализации, позволяют применять подходы реализации интеллектуальных информационных систем и технологий Data Mining. РХС предусматривает работу со стандартными типами данных с возможностью расширения пользовательскими типами. Стандартные типы данных РХС представлены в таблице 1.

Все типы могут иметь значение «Пусто» («Не задано», «NULL»). Пользовательские типы свойств хранятся в системе с префиксом `type` (например, `[type/Целое]`). В большинстве случаев поддерживаемых типов данных достаточно для эффективной работы ИС АИКН.



В случае необходимости введения нового типа данных РХС необходимо будет перепрограммировать с одновременным внесением изменений в соответствующую базу данных.

Следующий компонент ИА — редактор словаря терминов (РСТ). Выделение словаря терминов в отдельный модуль ИС АИКН связано со следующими причинами:

— разрабатываемая система должна оперировать большим массивом текстовой информации, при этом количество авторов текстов также велико, что приводит к появлению различных трактовок одних и тех же событий и явлений. Словарь терминов позволит однозначно устанавливать соответствие терминов различных авторов друг другу (устранение синонимии и т.п.), при этом данное сопоставление можно будет проводить либо путем привлечения экспертов проблемной области, используя инструментарий РСТ, либо путем использования модуля интеллектуальной обработки информации, который в автоматизированном режиме на базе вероятностных алгоритмов оценит степень соответствия одного термина другому;

— наличие РСТ и самого словаря терминов позволит в случае необходимости резко повысить эффективность использования системы за счет использования ресурсов, представленных на иностранных языках (ИС АИКН изначально проектируется с поддержкой мультязычности). К примеру, для того чтобы эксперты, владеющие только английским языком, могли использовать ИС АИКН, необходимо осуществить перевод терминов, имеющихся в словаре, и элементов интерфейса. Таким образом, все внутренние связи разноразмерных объектов (данных) останутся без изменений, внутренняя логика системы также не будет требовать реформатирования (перепрограммирования).

Следующий компонент ИА — редактор базы знаний (РБЗ). Одной из ключевых особенностей проектируемой ИС АИКН является возможность поиска знаний внутри хранилища системы, осуществление логического вывода на базе нескольких классических подходов построения систем классификации и интеллектуальных систем. База знаний предназначена для хранения и модификации процедур логического вывода, при этом РБЗ предназначен как для формирования данных процедур, так и для отражения их результатов. Например, РБЗ позволяет описать Байесовскую сеть, которая может быть использована для вычисления вероятности того, кто является архитектором строения по наличию или отсутствию ряда параметров

(например, дата постройки, местность, материал, тип окон, архитектурный стиль дома и т.д.), основываясь на данных, имеющихся в хранилище ИС АИKN. Формально байесовская сеть – это направленный циклический граф, вершины которого представляют переменные, а ребра кодируют условные зависимости между переменными. Вершины могут представлять переменные любых типов, быть взвешенными параметрами, скрытыми переменными или гипотезами. Условные зависимости между переменными хранятся в виде отдельного поля у каждого объекта хранилища, при этом количество параметров, необходимое для использования в РБЗ, может быть легко изменено при использовании РХС ИС АИKN. Учитывая то, что Байесовская сеть – это полная модель для переменных и их отношений, она может быть использована для того, чтобы давать ответы на вероятностные вопросы, получить новое знание о состоянии подмножества переменных, наблюдая за другими переменными. Необходимо заметить, что хранилище системы будет постоянно пополняться и на каждом этапе параметры объектов будут пересчитываться, так как теорема Байеса – логическая основа пересмотра суждений в зависимости от происходящих событий, т.е. добавление объекта приводит к появлению новых параметров для обучения и, следовательно, постоянной корректировки этих параметров. Указанный вероятностный вывод, в частности, может быть использован для оценки степени соответствия одного термина другому в словаре терминов ИС АИKN.

В соответствии со схемой 1 каждый хранимый объект в системе имеет свой набор связей различного типа с другими объектами. Для осуществления поиска знаний в такой системе представления объекты необходимо отразить в семантическую сеть. Посредством РБЗ корректируется ядро модуля интеллектуальной обработки информации, которое содержит алгоритмическое описание отражения знаний о предметной области в семантическую сеть. Для хранения вспомогательной информации об объектах семантической сети в хранилище ИС АИKN предназначена БД «База знаний». Отображение объектов в сигнальное пространство семантической сети можно реализовать с применением динамических ассоциативных запоминающих устройств (ДАЗУ) на основе статистического анализа. Соответственно, чем больше будет объем хранилища ИС АИKN, тем более точные результаты можно будет получить. Добавление нового объекта в хранилище автоматически ведет к пересчету всех пара-

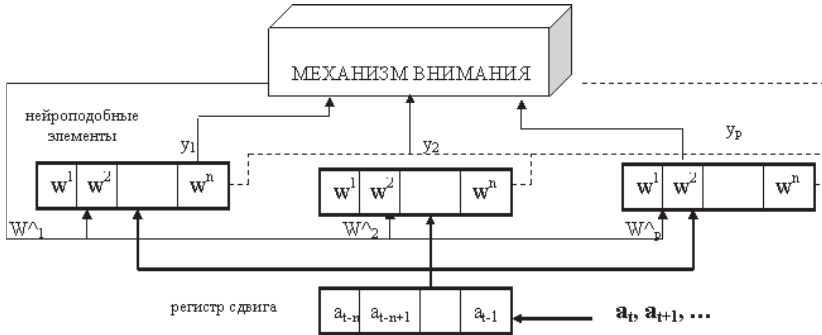


Схема 2. Механизм внимания

метров всех объектов, хранящихся на текущий момент. Динамические ассоциативные запоминающие устройства представляют собой множество нейронов  $W$ , имеющих общий вход и общий выход, и моделируют  $n$ -мерное сигнальное пространство<sup>1</sup>. Выход ДАЗУ замыкается на дополнительный общий вход всех нейроподобных элементов (НЭ) через механизм управления, называемый механизмом внимания (МВ), что реализует обратную связь. Общим входом всех НЭ является регистр сдвига (РС), сканирующий объекты и их параметры окном длины  $n$  элементов ( $n$  – максимальное количество параметров, имеющихся у каждого типа объекта, схема 2). РС может представлять собой параметрическую интерфейсную форму, заполняемую экспертом при внесении новых объектов или их параметров в БД ИС АИКН.

Нейроподобный элемент реализуется в виде элемента памяти и содержит адресную часть – вектор весов  $w^i$ , интерпретируемый как координаты точки в СП, хранящийся в XML формате в БД «База знаний». Общим входом всех НЭ является РС с размерностью, равной размерности адреса НЭ. На каждом такте работы сети содержимое РС сдвигается и в освободившиеся позиции добавляется очередной объект (описание объекта). При обучении ДАЗУ запоминает образ  $A^t = (a^t)$  входной последовательности параметров объектов  $A$  в СП во множестве НЭ  $W^t = \{w^i\}$ , выделяемых динамически, причем повторяющиеся точки запоминаются один раз:

$$w^{m+1} = a^t, \text{ если } \exists i: w^i = a^t, i = 1, \dots, m, \quad (1)$$

где  $m$  – число НЭ, уже задействованных к моменту  $t$ .

Пусть имеется последовательность объектов с кортежем параметров  $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_2$ , где  $A$  — некоторые хранимые объекты ИС АИКН, а  $[+]$  — операция конкатенации (параметры объекта). Тогда  $A^{\wedge} = A_1^{\wedge} + \alpha_{12}^{\wedge} + A_2^{\wedge} + \alpha_{23}^{\wedge} + A_3^{\wedge} + \alpha_{32}^{\wedge} + A_2^{\wedge}$ , где  $\alpha_{pq}^{\wedge}$  представляет связь — участок, соответствующий фрагменту, образованному концом  $A_p^{\wedge}$  и началом  $A_q^{\wedge}$ . Точки участка  $A_2^{\wedge}$  будут пройдены дважды и запоминаемая в соответствии с (2) траектория  $W^{\wedge} = W_1^{\wedge} \cup \omega_{12}^{\wedge} \cup W_2^{\wedge} \cup \omega_{23}^{\wedge} \cup W_3^{\wedge} \cup \omega_{32}^{\wedge}$  представляет граф и отражает связи между объектами и их параметрами. Введем пороговое преобразование  $N$  точек образа  $W^{\wedge}$  по частоте встречаемости. Задание порога преобразования  $h = 2$  позволяет выделить из траектории  $W_2^{\wedge}$  ее повторяющийся участок  $W_2^{\wedge}$ :  $NF(A) = W_2^{\wedge}$ , что позволит исключить дублирование одинаковых параметров у различных объектов. Траектория объекта по своей сути представляет его структуру и описание механизма наследования. Если мы сформируем класс параметрических последовательностей  $A^*$ , в которых в разных комбинациях встречаются последовательности  $\{A_1, A_2, \dots, A_j\}$ , то, отображая все последовательности в СП и применяя к ним пороговое преобразование, мы сформируем множество траекторий  $NF(A^*) = \{W_1^{\wedge}, W_2^{\wedge}, \dots, W_j^{\wedge}\}$ , соответствующее множеству составляющих элементов последовательностей класса  $A^*$  — словарь объектов (терминов) с привязкой к их параметрам.

Использование многоуровневой ИС ДАЗУ, где выход ДАЗУ каждого уровня соединен со входом ДАЗУ следующего, позволяет сформировать представление объектов в виде многоуровневой иерархии их параметров, где каждый параметр может быть отражен в виде составного объекта, имеющего другие параметрические характеристики.

ДАЗУ первого уровня хранят все возможные наименования объектов, параметров и их значений, встретившихся при обучении системы (вводе данных через РХС), в виде запомненных в своих адресах  $n_1$ -грамм ( $n$ -грамм первого уровня):  $w^{r^1} = (a^{\wedge t-n_1+1}, \dots, a^{\wedge t-1}, a^{\wedge t})$ ,  $w^{\wedge t+r^1} = (a^{\wedge t-n_1+2}, \dots, a^{\wedge t}, a^{\wedge t+1})$ , и т. д., которые образуют словарь терминов 1-го уровня  $\{w^{r^1}\}$ . ДАЗУ выдает на выход последовательность индексов  $N\Theta(r^t)$ .

ДАЗУ следующего уровня содержит все возможные сочетания  $n_1$ -грамм первого уровня, встретившиеся при обучении, в виде  $n_2$ -грамм индексов  $r^t$ :  $w^{s^2} = (r^{t-n_2+1}, \dots, r^{t-1}, r^t)$ ,  $w^{s+1^2} = (r^{t-n_2+2}, \dots, r^t, r^{t+1})$ , и т.д., образуя словарь связей параметров второго уровня  $\{w^{s^2}\}$ . Аналогично происходит обучение всех остальных уровней ИС ДАЗУ.

## Концепция информационной системы...

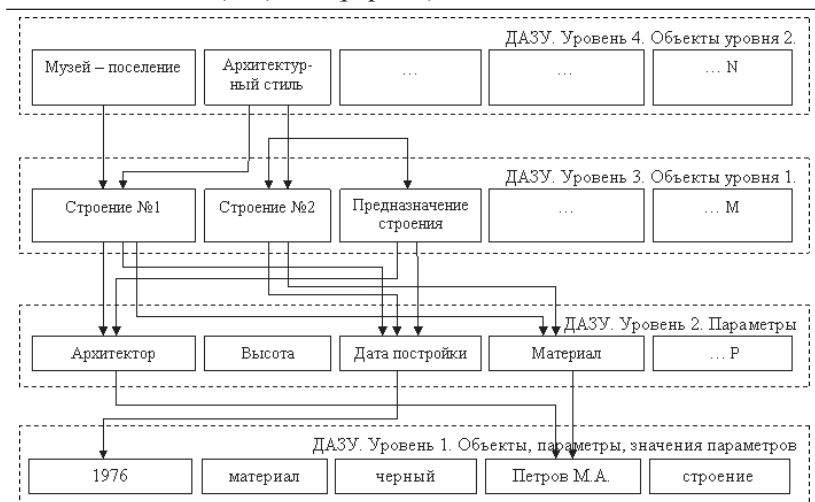


Схема 3. Пример представления объектов в ИС ДАЗУ

Пример представления в ИС ДАЗУ объекта «музей – поселение» приведен на схеме 3.

Такое представление позволяет автоматически выделить повторяющиеся свойства объектов и их параметры и отобразить их в один элемент сети, а различный контекст представить как связи с другими элементами.

По окончании обучения структура отражения объектов хранилища представляется в виде многократно вложенного суперграфа — иерархии связанных сетей нескольких уровней, элементы которых соответствуют основным объектам и их параметрам; поуровневые связи между ними задают отношения вхождения этих параметров в объекты, а межуровневые связи — отношения вхождения одних единиц в другие (в том числе отражение механизма наследования). В частности, схему 3 можно трактовать следующим образом: у строений № 1 и № 2 единый архитектурный стиль; оба строения были построены в 1976 г.; они выполнены из материала, который использовал архитектор М.А. Петров; известно, что архитектор строения № 1 — М.А. Петров. Таким образом, логический вывод системы может быть следующим: предположительно, архитектором строения № 2 является также М.А. Петров, вероятность этого составляет  $x$  процентов ( $x$  — значение, рассчитываемое системой автоматиче-

ски, при этом чем больше количество объектов анализа в базе, тем точнее осуществляется логический вывод). Сформированное в ИС ДАЗУ представление может быть интерпретировано как семантическая модель предметной области — база знаний, где каждый из элементов описывается как набором составляющих его структуру элементов более низких уровней, так и набором ассоциативно связанных с ним элементов, которые могут быть интерпретированы как его параметры.

Наличие обученной ИС ДАЗУ позволяет классифицировать новую информацию на входе. При этом актуализация элементов в сети входной информации означает ее отнесенность не только к актуализированным, но также ко всем элементам, ассоциативно связанным с ними. Распознавание осуществляется как отнесение вновь вводимого объекта и его параметров к соответствующим элементам сети за счет актуализации элементов, ассоциативно связанных с ними, интерпретируемых как семантические признаки. В качестве распознанного выбирается актуализированный элемент.

Для реализации распознавания в ДАЗУ определим уровень активации  $x_i$  элемента  $w_i$  в момент времени  $t$ :

$$x_i(t) = x_i(t-1) + x_i(t) + \sum_{j=1}^r w_j w_{ji} x_{jc}(t), \quad (3)$$

где  $w_i$  и  $w_{ji}$  — веса элементов и связей, определяемые далее<sup>2</sup>.

Как видно, уровень активации элемента отражает его совокупную активацию как с входа, так и со стороны связанных с ним элементов на интервале времени работы сети (на каждой итерации ввода новой информации в хранилище ИС АИKN). Предполагается, что все объекты уже находятся в ДАЗУ и постоянной торможения, используемой при размытых параметрах анализируемой информации, можно пренебречь.

Определим реакцию НЭ через пороговую функцию активации:

$$y_i(t) = \left\{ \begin{array}{l} i, \text{ если } x_i(t) \geq h_i(t) \\ 0, \text{ в противном случае} \end{array} \right\}$$

где значение  $y_i(t)$  определяет отсутствие/наличие распознавания в НЭ, а значение порога  $h_i(t)$  — чувствительность НЭ к уровню активации  $x_i(t)$ .

Работа ДАЗУ в режиме распознавания управляется механизмом, реализующим функцию, подобную концентрации (локализации)



и рассредоточению (генерализации) внимания, и потому называемым механизмом внимания (МВ). Идея работы МВ основана на использовании ранее распознанной информации для предсказания следующей и подстройки параметров ДАЗУ под наилучшее распознавание ожидаемой.

При включении сети в распознавание ( $t = t_0$ ) значения всех  $x_i(t)$  и  $y_i(t)$  равны нулю, а значения порогов  $h_i(t)$  устанавливаются в некоторое начальное  $h_0$ , общее для всех НЭ. Это соответствует отсутствию распознавания и генерализации внимания на всех НЭ. При поступлении на вход сети информации начинается происходить активизация некоторых НЭ, уровень активации  $\{x_i(t)\}$  в целом возрастает и по истечении некоторого интервала времени превышает значение порога на одном из НЭ объекта:  $w_i^{\wedge}: x_i(t) \geq h_i(t)$ , что означает распознавание:  $y_i(t) \neq 0$ . После этого наступает этап локализации внимания на НЭ  $w_i^{\wedge}$ , что реализуется уменьшением его порога и порогов, связанных с ним НЭ  $\{w_i^{\wedge}\}_{ac} = F_{ac}(w_i^{\wedge})$ , а также увеличением порогов на всех остальных НЭ  $\{w_i^{\wedge}\}_{обш.}$ . Локализация внимания означает подстройку сети под восприятие входной информации (объекта, его параметров и их значений), относящейся к ранее распознанной, и уменьшение чувствительности к другой. Уменьшение порога на распознающей НЭ позволяет устойчиво (без прерываний) сохранять распознавание в нем, если содержание входной информации изменяется не сильно. Уменьшение порога на ассоциативно связанных НЭ (признаках элемента) актуализирует функции предсказания информации на входе и подстройку сети под наилучшее восприятие ожидаемой (распознавание по наименованию объекта кортежа его параметров, определение параметров, являющихся составными объектами).

Распознавание в многоуровневой ИС ДАЗУ под управлением МВ реализуется аналогичным образом с тем отличием, что перемещение локализации внимания происходит не только внутри ДАЗУ уровня, но и между ДАЗУ разных уровней.

Особенностью работы МВ в ИС ДАЗУ является локализация внимания на НЭ ДАЗУ, наиболее высокого уровня ИС, где происходит распознавание. Это соответствует захвату внимания элементом, реализующим представление информации более высокого уровня. Сложносоставные объекты автоматически займут НЭ самого высокого уровня. При этом на более низких уровнях ИС внимание локализуется только в тех НЭ, которые входят в структуру элемента или

являются значением его параметров, представленных распознающим НЭ верхнего уровня и ассоциативно связанных с ним.

В целом процессу распознавания в ИС ДАЗУ соответствует динамический процесс переключения внимания по отдельным НЭ в ДАЗУ каждого уровня и перемещение уровня локализации внимания по уровням ДАЗУ в ИС.

Отражение объектов в виде НЭ позволяет реализовать на их основе целостное семантическое представление — семантическую сеть в отдельном ДАЗУ. Для определения ассоциативных связей между объектами и их параметрами в семантической сети используется критерий их вхождения друг в друга. Такая связь может быть представлена в НЭ ДАЗУ 2-граммой (или n-граммой для n понятий) индексов, соответствующих НЭ из ИС ДАЗУ.

Каждому элементу семантической сети ставится в соответствие числовая величина, отражающая вероятность появления соответствующего понятия среди объектов и их параметров, вводимых при наполнении хранилища ИС АИКН, — вес элемента  $w_i^*$ . Каждая связь между парой элементов характеризуется величиной, отражающей условную вероятность появления одного понятия (объекта) в смысловой связи с другим, — весом связи  $w_{ij}$ . Оценка весов понятий и связей проводится на основе оценки всех связанных с ними понятий. В результате наибольший вес приобретают понятия (объекты), обладающие разнообразными и мощными связями, находящиеся в центре «семантических сгущений».

Такая оценка проводится по итерационному алгоритму:

$$w_i^*(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^N w_{ji}(t)w_j^*(t)\right), w_{ji}(t+1) = f\left(\sum_{p=1}^M w_{ip}(t)w_p^*(t)w_{pj}^*(t)\right), \quad (6)$$

где  $w_i^*(0) = \ln z_i$ ;  $w_{ji}(0) = z_{ji}/z_j$  и  $f(s) = \sigma(s) = 1/(1 + e^{-ks})$ .

Здесь  $z_i$  — частота встречаемости понятия в хранилище ИС АИКН;  $z_{ji}$  — частота совместной встречаемости параметров понятий  $w_i^{\wedge}$  и  $w_j^{\wedge}$ . Значение  $\sum w_{ji}(t)w_j^*(t)$  представляет собой совокупную характеристику мощности связей понятия  $w_i^{\wedge}$  с другими понятиями  $w_j^{\wedge}$ , а значение  $\sum w_{ip}(t)w_p^*(t)w_{pj}^*(t)$  учитывает косвенные связи понятия  $w_i^{\wedge}$  с  $w_j^{\wedge}$  через все промежуточные параметры понятия  $w_p^{\wedge}$ . Введение сигма-функции  $\sigma(s)$  осуществляет нелинейную нормировку значений весов после каждой итерации алгоритма (ввода данных), что обеспечивает его сходимость к установившемуся состоянию:  $w_i^*(t+1) = w_i^*(t) = w_{i_{уст}}^*$  и  $w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) = w_{ji_{уст}}$ , аналогично процессу в рекуррентной

нейронной сети Хопфилда<sup>3</sup>. Установившиеся значения  $w_{i \text{ уст}}^*$  и  $w_{ji \text{ уст}}$  принимаются за окончательные оценки. Таким образом, каждый объект, описание которого внесено в хранилище ИС АИКН, будет иметь дополнительные вероятностные характеристики, вычисленные на базе статистического анализа данных объектов и их параметров. Отражение траекторий связей параметров объектов само по себе будет являться методом Data Mining, позволяющим по-новому взглянуть на введенный в ИС АИКН массив текстовой информации, представляющий историко-культурное наследие.

Конструктор запросов (КЗ) представляет собой механизм доступа к данным хранилища посредством использования структурированного меню, отражающего параметры хранимых объектов. В отличие от полнотекстового поиска КЗ позволяет проводить сортировку отображаемых параметров и выводить их в виде отчетов формата .pdf. Такой способ построения логического вывода иногда оказывается более удобным, чем поиск по ключевым словам. Визуально пользователю необходимо отметить «галочкой» соответствующие параметры запроса в специальных полях (checkboxes). Отчеты КЗ формируются динамически на сервере хранилища, однако выбранный способ реализации ИС АИКН позволяет их формировать удаленно, используя стандартный функционал браузеров.

Модульная система визуализации и интерпретации (МСВиИ) представляет собой набор модулей, реализующих визуализацию имеющейся в хранилище информации в удобной форме. Основой используемой технологии выступает SilverLight (Microsoft Silverlight — это плагин для браузера, который позволяет запускать приложения, содержащие анимацию, векторную графику и аудио-видеоролики). Пользователь может скачать материалы ИС АИКН на свой персональный компьютер, и просмотреть их в режиме реального времени. Еще одним преимуществом такой программной реализации МСВиИ выступает возможность доступа к информации ИС АИКН с мобильных терминалов.

Отдельно необходимо упомянуть возможность использования технологии Adobe Flash. Данная технология позволяет визуализировать информацию не только в анимационном виде, но и в виде кубических панорам. Помимо «псевдотрехмерных» технологий визуализаций, в системе закладывается возможность отображения объектов в «полном» 3D. Под статическим 3D подразумевается отображение изображений,

полученных путем трехмерной реконструкции объектов историко-культурного наследия в специализированном программном редакторе (AutoDesk 3D Studio Max) с последующей генерацией изображений. Под динамическим 3D подразумевается возможность программной реконструкции объектов историко-культурного наследия путем использования хранилища ИС АИКН, словаря терминов и встроенной базы знаний. Другими словами, каждый составной компонент любого объекта должен находиться в хранилище, при этом 3D реконструкция означает его сборку. Например, в базе знаний есть описание объекта «кувшин». В кортеже параметров данного объекта можно встретить следующее: цвет – коричневый; материал – глина; высота – 30 см; тип изгиба – фигурный. 3D реконструкция происходит следующим образом: визуализируется объект типа «кувшин», параметры формы, материала, высоты и т.д. – загружаются из базы данных хранилища, изменяя тем самым начальный вид объекта. Помимо динамической 3D сборки объекта в режиме реального времени, ИС АИКН может позволить модифицировать отражаемое изображение путем изменения параметров, например, изменения значений параметра материал (дерево, металл, глина – программно представляются в виде описания соответствующих текстур). Дальнейшая детализация реализации МСВиИ в ИС АИКН будет представлена на втором этапе работы над проектируемой системой.

Система доступа к данным (СДкД) представляет собой набор программных модулей и алгоритмов, реализующих основной функционал системы. Данные модули не подлежат изменению без перепрограммирования. Другими словами, вся логика ИС АИКН реализуется через процедуры и функции данных модулей. Используемая среда разработки – Microsoft Visual Web Developer 2008 Express Edition.

Хранилище ИС АИКН представляет собой набор баз данных, реализованных посредством использования нескольких СУБД, в том числе СУБД Microsoft SQL Server 2008 Express (обеспечивает хранение и обработку слабоструктурированных данных в формате XML, имеет возможность полнотекстового поиска и неограниченный объем для хранения двоичных данных). Хранилище оперирует с множеством данных разных форматов, в упрощенном же виде каждый объект исследования может быть представлен в виде некоторого типизированного описания с кортежем свойств, например: объект «Х» имеет кортеж свойств [описание; тип объекта; компоненты; внешние данные]. На конкретном примере такое описание будет иметь следую-

щий вид: «Поселение Широкий лог-2» [Памятник расположен в 100 м северо-восточнее п. Широкий лог. Открыт Енисейским отрядом АЭ СФУ под руководством Ю.А. Титовой (Абдулиной) в 2008 г. Тогда в осыпях 15–17-метровой левобережной Енисейской террасы были найдены многочисленные фрагменты керамики с валиками, рассеченными пальцевыми защипами. Поверхность памятника относительно ровная, немного понижается к южной части, где ограничивается двумя глубокими ложками; Поселение; Пункты сбора; Фото poselenie.jpg].

В СУБД Microsoft SQL Server 2008 Express детализация представления данных будет выглядеть следующим образом: столбец (поле, атрибут) характеризуется определенным типом (данных), множество значений столбца являются значениями одного типа; строка (запись, кортеж) — кортежем атрибутов, состоит из упорядоченного множества значений (кортежа) атрибутов; таблица — набор данных, представляющих объекты определенного типа, состоит из множества элементов столбцов-строк, каждая строка таблицы уникальна; первичный ключ таблицы — непустое множество столбцов таблицы (возможно, состоящее из одного столбца), соответствующие значения (комбинации значений) которых в строках таблицы обеспечивают уникальность каждой строки в данной таблице; внешний ключ таблицы — непустое множество столбцов таблицы (возможно, состоящее из одного столбца), соответствующие значения (комбинации значений) которых в строках таблицы соответствуют первичному или дополнительному ключу другой таблицы, обеспечивает логическую связь между таблицами.

Также вышеуказанная СУБД позволяет организовать работу с шаблонами свойств. Шаблон свойств представляет собой именованную совокупность имен и типов свойств. Каждому объекту может быть назначено неограниченное количество шаблонов. После назначения объекту шаблона, объект получает все свойства, хранящиеся в шаблоне (реализует шаблон). Если объект уже имел свойства с таким же именем, то они могут быть связаны с шаблоном или созданы новые свойства с уникальным именем и с этим шаблоном. Идентификация шаблонов, как и других сущностей, происходит по ссылке с префиксом (scheme), например: [scheme/Паспорт Объекта]. Для получения шаблонных данных объекта используется следующий синтаксис: [объект (Имя шаблона)/Свойство шаблона]. Если объект реализует только одно свойство шаблона с таким именем, то имя шаблона можно не указывать — [объект/Свойство шаблона].

Например, имеются такие шаблоны:

- паспорт объекта;
- номер (строка, табельный номер в системе);
- площадь (десятичное, площадь в квадратных метрах);
- привязка к классификатору К;
- номер (число, табельный номер в системе по классификатору К).

Объект [obj/Поселение Широкий лог-2] с уже заданными свойствами [Номер] и [Общая площадь]. Наложим на него шаблон [scheme/Паспорт Объекта]. При этом [obj/Поселение Широкий лог-2(Паспорт Объекта)/Номер] будет ссылаться на [obj/Поселение Широкий лог-2/Номер] автоматически, а для [scheme/Паспорт Объекта/Площадь] нужно будет сделать выбор, создать новое свойство в объекте или привязать к уже существующему свойству [Общая площадь]. После привязки к общей площади запрос [obj/Поселение Широкий лог-2(Паспорт Объекта)/Площадь] или [obj/Поселение Широкий лог-2/Площадь] вернет значение свойства [obj/Поселение Широкий лог-2/Общая площадь]. Таким образом, реализуется механизм наследования (элемент фреймового подхода) при работе с множеством однотипных объектов. Теперь можно наложить шаблон [Привязка к классификатору К], свойство [Номер] которого не должно совпадать с табельным номером в системе. Для этого создается новое поле, [НомерК] и запрос [obj/Поселение Широкий лог-2(Привязка к классификатору К)/Номер] будет возвращать значение [obj/Поселение Широкий лог-2/НомерК]. Таким образом, получение свойства объекта проходит по следующему алгоритму:

Если явно указан шаблон, то свойство, привязанное к шаблону, наследуется.

Если в объекте есть свойство с таким именем в объекте, оно также наследуется.

Если объект реализует хотя бы один шаблон, у которого есть такое свойство, то наследуется свойство первого объекта в списке шаблона.

Структуру представления данных можно представить и в следующем виде:

- Объект: Историко-этнографический музей-заповедник.
- Описание: Краевое государственное бюджетное учреждение культуры «Историко-этнографический музей-заповедник» — уникальный комплекс под открытым небом.
- Тип объекта: музей-поселение.

- Включает в себя:
  - Строение1;
  - Строение2;
  - ...
- Внешние данные:
  - Фото — вид сверху;
  - Фото — вход в музей;
  - Видео — экскурсия по музею;
  - Карта — карта музея;
  - ...
- Объект «Строение1».
- Описание: ...
- Тип объекта: деревянное здание
- Включает в себя:
  - бревно;
  - окно;
  - печь;
  - ...
- Внешние данные:
  - Фото: вид снаружи;
  - Фото: вид изнутри;
  - Чертеж: план первого этажа;
  - Чертеж: план второго этажа;
  - 3D model: модель дома.

Необходимо заметить, что каждый объект исследований имеет специальное строковое свойство — Текст. Это свойство содержит описание объекта в виде текста с элементами форматирования wiki. В данный текст могут включаться ссылки на другие объекты системы либо формулы получения данных как из текущего объекта, так и любого другого. Каждый объект исследований имеет специальное списковое свойство — Данные. В этом свойстве хранятся все ссылки на двоичные данные, имеющие отношение к этому объекту. Двоичные данные хранятся в системе в специальной схеме «data» и на них могут ссылаться другие объекты. ИС АИКН создается как wiki портал со средствами навигации по базе данных. Изначально в систему вносятся все объекты в виде текста вручную либо с помощью специальных плагинов к Microsoft Word. После этого большие объекты разбиваются на более мелкие составляющие. Объектам назна-

чаются свойства, шаблоны реализации. Модуль интеллектуальной обработки информации использует свою отдельную базу знаний, построенную в соответствии с предложенными в проекте методами Data Mining, модуль интеллектуальной обработки информации структурно представляет собой базу данных, реализованную в виде многомерной семантической сети, на основе которой возможна постройка сетей подобия (по запросам пользователей) с использованием байесовского подхода и нормированием связей и весов элементов по алгоритмам построения рекуррентной сети Хопфилда. Хранилище системы можно представить как гипертекстовую СУБД с удобной навигацией и возможностью делать произвольные запросы к имеющимся базам данных.

В ходе анализа типов и видов данных историко-культурных, археологических и этнографических исследований в рамках проекта «Актуализация историко-культурного наследия» была разработана концепция построения информационной системы, интегрирующей эти данные. Концепция включает в себя описание архитектуры проектируемой системы, технологий ее реализации и описание основных программных алгоритмов. Предложен и описан новый алгоритм Data Mining, интегрирующий несколько подходов к построению интеллектуальных информационных систем, в том числе подход к отражению текстовой информации в семантическую сеть на базе нейрореподобных элементов с нормированием весов и связей, аналогично нейронной сети Хопфилда, с расчетом дополнительных вероятностных характеристик объектов на основе сетей Байеса. Таким образом, помимо основной функции: сохранения и отображения данных об историко-культурных, археологических и этнографических исследованиях, система будет обладать функцией поиска знаний — и тем самым будет являться экспертной.

### **Примечания**

- <sup>1</sup> Харламов А.А., Ермаков А.Е., Кузнецов Д.М. Технология обработки текстовой информации с опорой на семантические представления на основе иерархических структур из динамических нейронных сетей, управляемых механизмом внимания // Информационные технологии. 1998. № 2. С. 26–32.
- <sup>2</sup> Там же.
- <sup>3</sup> Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proc. Natl. Acad. Sci. 79, 1982. P. 2554–2558.



*Д.И. Жеребятъев, Р.Б. Кончаков*

**Применение методики  
трехмерного пространственного анализа  
для изучения формирования городской застройки  
и восстановления культурного наследия**

Современные информационные технологии позволяют воссоздавать внешний вид, смоделировать технологии постройки, пространственную ориентацию не дошедших до нас или перестроенных объектов культурного наследия. Полученные ресурсы обладают не только историко-культурной значимостью, но могут эффективно использоваться в образовательном процессе.

Актуальность нашего исследования обусловлена тем, что до сих пор применение технологий трехмерного моделирования в исторических исследованиях в России еще не имеет научного обоснования, не выработаны четкие требования к виртуальным историческим реконструкциям и методике их разработки.

Цель нашей работы — апробация технологий и адаптация опыта зарубежных и отечественных исследователей по созданию интерактивных трехмерных реконструкций объектов историко-культурного наследия, изучение возможностей использования программ трехмерного моделирования в исторических исследованиях, музейной деятельности и образовательном процессе, создание собственной виртуальной исторической реконструкции инфраструктуры г. Тамбова конца XVIII — начала XIX в. В ходе выполнения поставленных задач

исследования также проанализируем одну из последних тенденций, наблюдаемых в зарубежных исследованиях-проектах виртуальных исторических реконструкций — виртуальную систему обучения.

Начиная с 2006 г. в Лаборатории социальной истории по заказу управления культуры Тамбовской области ведутся работы по созданию трехмерной реконструкции центральной части города Тамбова середины XVII — начала XIX в. Эта работа позволила проследить развитие инфраструктуры центральной части Тамбова. Весь процесс реконструкции инфраструктуры был поделен на отдельные этапы, выработанные зарубежными центрами, занимающимися разработкой виртуальных исторических реконструкций<sup>1</sup>. В данной статье мы сосредоточимся на хронологических рамках конца XVIII — начала XIX в.

**Этап I (постановка цели реконструкции. Подбор программного обеспечения).** Применение технологий трехмерного моделирования в исторических исследованиях базируется на программном обеспечении, разрабатываемом первоначально главным образом для архитекторов как система автоматизированного проектирования. До определенного времени использование данных программ историками требовало сотрудничества с техническими специалистами или специальной подготовки. До сих пор специально разработанных пакетов программ трехмерного моделирования для историков нет.

Но в последнее время в среде компаний, специализирующихся на разработке программ по трехмерному моделированию, наметилась тенденция к упрощению процесса работы в трехмерных программах, подчас не требующих от пользователя глубоких познаний, особенно в программировании. Благодаря этому, а также углубляющемуся сотрудничеству специалистов гуманитарных и технических специальностей появилась возможность использования данных программ в качестве одного из инструментов изучения исторического процесса.

Правильный подбор программного обеспечения условно можно назвать фундаментом научного исследования, ничуть не уступающим по своей значимости подбору источниковой базы. Эти две составляющие являются основными компонентами, лежащими в основе любой виртуальной исторической реконструкции. На данный момент пока не существует четкого перечня программного обеспечения, используемого историками в качестве инструментария странственного анализа. На наш взгляд, условно в инструментарии

исследователя можно выделить три группы программ разработки реконструкции: 2D редакторы (двухмерные), 3D редакторы (трехмерные), 3D Engines.

1) 2D редакторы. Построение любой простейшей трехмерной модели невозможно без использования графических редакторов, которые используются для обработки изображений. Полученные изображения (текстуры) служат основой для построения моделей, выступая в качестве материала для трехмерной модели. В качестве одних из наиболее распространенных программ, используемых как техническими, так и гуманитарными специалистами при создании виртуальной исторической реконструкции, можно выделить Adobe Photoshop и Corel Draw. Данные программы не являются уникальными, существует много других аналогов графических редакторов.

2) 3D редакторы. Существует большое разнообразие программ, которые применяются для визуализации, построения трехмерных моделей и их обработки. Основные — Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, ArchiCAD, Milk Shape, Nevercenter Silo, ZBrush и т.д. Трехмерные редакторы позволяют визуализировать реконструируемый объект. При этом представить полученные результаты широкому кругу пользователей можно только посредством отдельно снятых картинок реконструкции (скриншотов) или видеофрагментов, самостоятельно дать возможность осмотреть реконструируемый объект в интерактивном режиме<sup>2</sup> разработчик не может.

3) 3D Engines (русс. трехмерные движки) — под данным понятием подразумеваются компьютерные программы, необходимые для построения виртуальных интерактивных миров, в которые помещаются трехмерные модели. Наиболее распространены трехмерные движки, применяемые научными центрами для разработки виртуальных исторических реконструкций: Virtual Tools, Quest 3D, Nebula Device, Torque Game Engine, 3D Game Studio и др.

Трехмерный движок позволяет разработчику создать интерактивную реконструкцию памятника культуры, задать определенный алгоритм развития событий, обучающую систему, например, аналог электронного справочника, интегрировать в виртуальную среду базы данных, видео- и аудиоинформацию и т.д. Многие программы трехмерных движков позволяют сделать все вышеперечисленные операции без навыков программирования, в некоторых можно обойтись начальным уровнем технического образования.

Наданный момент некоторыми научными центрами (американскими, итальянскими и российскими) ведутся отдельные исследования по разработке программ трехмерного моделирования с интегрированным трехмерным движком, адаптированным для работы специалистов-гуманитариев, в особенности для археологов и историков.

Использование трехмерных движков позволяет разработчику виртуальной реконструкции сделать доступным свой продукт посредством технологии Web-клиента, которую поддерживает большинство подобных программ, т.е. предоставить пользователю возможность работать с программой через Интернет самостоятельно, просматривая виртуальную реконструкцию.

Для выполнения поставленных задач исследования был подобран системный софт, позволяющий заниматься разработками в сфере интерактивного трехмерного моделирования. Для выполнения проекта «Тамбов Державинский» были подобраны следующие программы:

- 1) Adobe Photoshop, IrfanView.
- 2) 3D WorldStudio.
- 3) Torque Game Engine с прилагаемыми к нему компонентами (Torque Constructor, Tribal IDE).

**Этап II–III (определение круга картографических и описательных источников. Верификация источников).** Определение источниковой базы — один из важных этапов создания виртуальной реконструкции, к сожалению, неполно пока освещенный в зарубежных и отечественных исследованиях, посвященных тематике создания виртуальных исторических реконструкций. Большинство научных центров не всегда уделяет должное внимание описанию источниковой базы исследования и его анализу.

Анализируя материал по развитию инфраструктуры Тамбова XVIII — начала XIX в., сталкиваешься с недостаточным описанием построек города, их внешнего вида, параметров, составных частей, вследствие чего необходимо дополнять градацию анализа материала для построения трехмерной модели. Особую важность при этом приобретают рисунки, чертежи, планы и фотографии старых построек конца XIX в. Параметры отдельных конструкций построек заимствуются из данных аналогичных построек других городов. При исследовании источниковой базы рассмотрим материал, касающийся построек, расположенных в центральной части Тамбова в конце XVIII — начале XIX в.

В ходе изучения материала по центральной части г. Тамбова проанализированы сохранившиеся в региональном (ГАТО) и федеральных (РГАДА), архивах планы города начала XVIII — XIX в.<sup>3</sup> Были привлечены также материалы ученой архивной комиссии, собравшей и опубликовавшей обширный и разнообразный материал о городе, чертежи дворянских строений, жилых построек конца XVIII — XIX в., работы краеведов<sup>4</sup>, современные исследования тамбовских архитекторов<sup>5</sup>, занимающихся реконструкцией городской застройки Тамбова XVIII—XIX в., также исследования в области истории архитектуры<sup>6</sup>. Помимо традиционных источников, таких как описательные планы, чертежи, рисунки, привлечены фотографии построек конца XIX в. — начала XX в., в том числе дворянских усадеб.

Создание трехмерной реконструкции является само по себе исследованием, так как предполагает широкое использование междисциплинарных подходов, что всегда благоприятно отражается на ее качестве. При разработке трехмерной реконструкции инфраструктуры Тамбова конца XVIII — начала XIX вв. привлечены исторические источники различных типов, которые при других методах трудно использовать совместно. Особая важность уделялась визуальным источникам (картам, планам, видам и т.д.), которые не могут широко и эффективно использоваться в рамках традиционных подходов.

В процессе работы был подобран материал, непосредственно затрагивающий исследуемые объекты, которые будут подвергаться трехмерной реконструкции, а именно данные, касающиеся центральной части Тамбова (с севера ограничиваясь ул. Студенецкой, с юга — Интернациональной, с востока — Набережной, с запада — ул. Базарной). Подбор материала осуществлялся в соответствии с определенной систематизацией информации, которая была поделена на группы:

1. Изучение истории реконструируемой местности, особенностей ландшафта, растительного покрова, изменений в жизнедеятельности человека. В данном исследовании изменения ландшафта местности охватывается период с XVII до начала XIX в.

2. Изучение построек (архитектурных особенностей, методик постройки, материала, развитие городской инфраструктуры с XVII — начала XIX в.). Постройки центральной части Тамбова условно были поделены на несколько групп:

- а) государственно-административные постройки;

- б) жилые и хозяйственные постройки;
- в) церкви;
- г) лавки, торговые ряды, складские помещения.

Начальный этап работы с источниковой базой — оцифровка материала, хранящегося на бумажных носителях, с целью дальнейшего использования при создании элементов виртуальной среды.

Многое на этом этапе работы было заимствовано у архитекторов. Это связано и с самим методом работы, в ходе которого историкам приходится сталкиваться с теми проблемами, с которыми сталкивается архитектор в ходе создания виртуальных реконструкций построек. Составление чертежей построек производится как на основании данных текстовых источников, так и отдельных рисунков, планов, чертежей, сохранившихся построек, которые могут являться прототипами отдельных реконструируемых зданий.

Изучение истории ландшафта реконструируемой местности — один из важных этапов разработки виртуальной исторической реконструкции. В качестве источниковой базы был привлечен современный план Тамбова, предоставленный Комитетом градостроительства и землепользования администрации г. Тамбова в границах улиц Московская, Базарная, Интернациональная, Набережная, с отметками высот и слоями. План города фиксирует современное состояние ландшафта, который претерпел существенные изменения. Выяснить состояние местности на момент двух временных срезов можно только при помощи системного анализа процессов изменения ландшафта города. На основании данного плана будет производиться виртуальная реконструкция ландшафта.

В развитии городских и пригородных ландшафтов можно наметить несколько этапов, отличающихся направленностью и глубиной воздействия человека на природу, степенью трансформации исходных комплексов, усложнением структуры чисто городских антропогенных ландшафтов. Разумеется, это деление до некоторой степени условно, потому что процессы формирования и развития таких ландшафтов идут непрерывно. В качестве этапов развития ландшафта нами будет выделено несколько периодов: первый этап антропогенного влияния человека — вплоть до XVII в., второй — от основания города в 1636 г. до 80-х гг. XVIII в., верхняя граница третьего этапа в рамках исследования относится к началу XIX в.

Изучая структуру зданий построек Тамбова времен XVII в. — начала XIX в., стоит обратить внимание на следующие параметры ин-

формации, которые будут лежать в основе построения трехмерной модели постройки: особенность конструкции, составные части, параметры конструкции, методы строительства, материал.

**Этап IV (преобразование текстовых, графических данных в 3D формат).** Выбор нового базиса программного обеспечения реконструкции поставил перед нами основную задачу — формирование в программе Torque Game Engine библиотеки реконструкции. Библиотека реконструкции состоит из следующих составных частей: атмосфера, ландшафт, растительный покров, трехмерные модели построек, панели меню. В качестве начальных компонент библиотеки система атмосферы и поверхности была уже заложена в программе. Другие компоненты предстояло дополнять. Так, трехмерная модель рельефа, созданная в ходе реконструкции крепости Тамбова XVII в., хотя и была достаточно точной, но, к сожалению, обладала рядом недостатков. Программа 3D Max, использованная для создания трехмерной модели рельефа с последующим перенесением в программу 3D Game Studio, где производилась реконструкция городской застройки Тамбова XVII в., позволила нам присвоить трехмерной модели ландшафта местности около пяти видов почвенного покрова с низким качеством отражения поверхности материала. Применение Torque Game Engine в качестве инструмента для реконструкции ландшафта позволяет создавать точные трехмерные модели местности, с большим количеством материалов, имитирующими почвенный покров с высокой долей реалистичности (см. рис. 1)

На основе современного плана Тамбова, который был скорректирован с учетом возможных изменений размытия, подсыпа и др. (внутренняя же часть города фактически не менялась), была спроектирована очень точная модель местности, с учетом метрики нанесены текстуры. В ходе работы над реконструкцией города времен Г.Р. Державина использование новых поколений интерактивных редакторов упростило процесс создания ландшафта. Построение ландшафта производилось в несколько этапов: 1) задание площади реконструкции; 2) интеграция современного плана, содержащего отметки высот в трехмерное пространство; 3) размещение на плане объектов шкалы высот (измерительного прибора); 4) генерация ландшафта по слоям почвы; 5) размещение водных артерий — рек Цна и Студенец; 6) нанесение почвенного покрова.

В качестве начального этапа создания модели ландшафта задан масштаб реконструкции посредством создания системы измерения



Рис. 1. Сравнительная характеристика результатов реконструкции ландшафтов в двух видах программ для создания виртуальных миров 3d Game Studio (слева) и Torque Game Engine (справа)

в трехмерной программе Torque Game Engine (в метрах и сантиметрах), которая на данный момент не включена в базовый набор библиотеки программы.

Для этого в программе 3D World Studio были созданы два объекта, на которых в качестве материала была нанесена шкала деления, взятая с обыкновенной пластиковой линейки. Длина шкалы X и Y измерительного прибора, созданного для работы в Torque Game Engine, составляла 50 м.

С помощью программы Torque Constructor, служащей для создания библиотеки трехмерных моделей, модель измерительного прибора была перенесена в Torque Game Engine. Посредством модели измерительного прибора задан масштаб реконструкции виртуального мира (см. рис. 2–3).

После перенесения трехмерной модели плана в Torque Game Engine и размещения его над плоской поверхностью ландшафта начался процесс генерации поверхности. В его основе лежало построение трехмерной модели местности по типу слоеного торта. Так, в участках плана, где отмечены высоты от уровня моря и приведены контуры слоев от отметок, были расставлены столбики высот (трехмерные объекты). Минимальное колебание высоты ландшафта над уровнем моря составляет 110 м, в связи с чем при размещении шкалы высот на плане высота измерялась от 110 м, т.е. отметка на плане 118,5 м на шкале высот у точки с отметкой составляла 8,5 м. Объекты шкалы



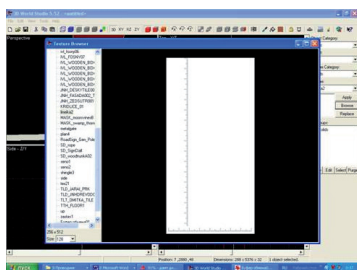


Рис. 2. Нанесение текстуры шкалы высот на объект в 3D World Studio

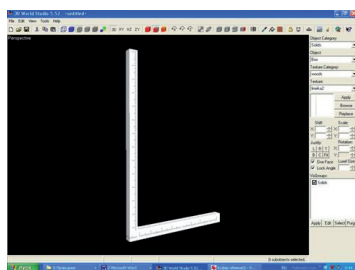


Рис. 3. Модель измерительной шкалы

высот размещались на плане рядом с точками отметок высот. После размещения объектов был создан дубликат объекта плана в трехмерном пространстве и поднят над планом №1 на минимальную высоту шкалы высот, отмеченной на плане — 112 м. После чего происходила генерация ландшафта, в результате которой та поверхность, которая находилась под объектами, поднималась на рассматриваемую нами высоту, отсеченной планом №2, посредством использования кисти, которая направлялась по контурам слоя с минимальной высоты 112 м. В результате проделанной операции получен срез ландшафта на данной высоте. Затем, поднимая объект плана №2 к следующей отметке высот и проделывая аналогичную операцию, делается срез следующей высоты, и так вплоть до наивысшей отметки высот. С помощью этой нехитрой операции достигаются наиболее точные результаты при создании трехмерной модели рельефа, и увеличивается скорость создания модели (до 1 дня), на что в других программах, таких как 3D Max, при скрупулезном подходе понадобится около недели.

После завершения этапа генерации поверхности ландшафта на ней были размещены водные артерии — реки Цна и Студенец. Точная ширина реки источниках, к сожалению, не указана, поэтому ширина русла Цны условно была взята на основании ширины протока на современном плане — около 50 м, глубина 2,5 м. Студенец была не столь полноводной, но известно, что уже к концу XVIII в. при Г.Р. Державине ее ширину регулировала специально построенная мельница с целью прохода по реке легких судов и плотов для доставки товара до старых торговых рядов у каменного Никольского моста.

Завершающий этап построения модели ландшафта — нанесение почвенного покрова посредством редактора материалов. Предварительно для реконструкции растительного покрова центральной части Тамбова была собрана база растительности, произрастающей на территории Тамбовской губернии в конце XVIII — начале XIX в., полученные фотографии были обработаны в графическом редакторе Adobe Photoshop. Программа Torque Game Engine позволяет нанести на рельеф местности только около восьми элементов почвенного покрова (степной, лесостепной, песчаной, болотистой, черноземной и т.п.) в качестве текстуры поверхности и более 100000 тыс. единиц растительного покрова нескольких видов независимо от мощности компьютера.

Так, первоначально разработка виртуального мира велась на компьютерах со слабыми системными параметрами: Pentium III, оперативная память 512 мб и видеокарта GeForce FX 5200. Несмотря на это, использование системы отсечения пространства посредством тумана, предусмотренной в программе, позволило провести реконструкцию ландшафта Тамбова вместе с растительным покровом, а также городской застройкой площадью около 6 кв. км.

Реконструкция объектов городской застройки осуществлялась непосредственно в программе 3D World Studio, именно здесь производилось построение моделей, которые впоследствии размещались в виртуальном мире. Построение моделей сооружений было начато с группы «государственно-административные постройки». К их числу были отнесены усадьба губернатора, казенные дома, городской магистрат, губернское управление, мосты, полицейские будки, караульни и т.д.

В числе первых моделей, подвергшихся реконструкции, был комплекс построек дома губернатора, включающий в себя губернаторский дом, два здания для гостей, конюшню с каретой, а также ограждения усадьбы. Основные параметры модели (длина, ширина, высота здания) были определены на основании анализа чертежа аналогичных построек (чертеж нового дома губернатора) и рисунка вида г. Тамбова 1799 г., а также типового плана дома губернатора начала XIX в., который помог получить представление о площади постройки, количестве комнат и т.д. В ходе реконструкции дома губернатора привлекались исторические источники, описывающие внутренний и внешний интерьер, количество построек в усадьбе, ремонтные работы, а также проходившие в нем мероприятия. Так,

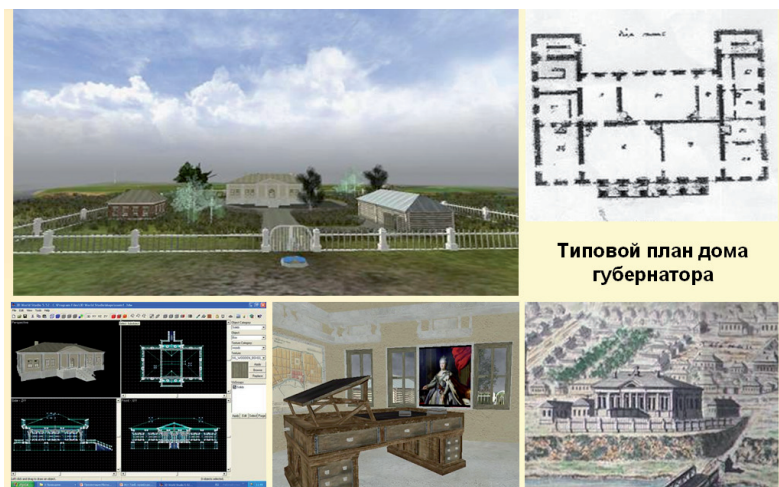


Рис. 4. Этапы реконструкции усадьбы дома тамбовского губернатора Г.Р. Державина конца XVIII — начала XIX в.

частичное представление о площади одной из комнат может дать упоминаемый в источниках факт, повествующий о том, что в зале дома губернатора давались балы, в которых танцевало не менее 20 пар<sup>7</sup>. Сопоставление и анализ различных исторических источников позволили восстановить первоначальный облик дома тамбовского губернатора Г.Р. Державина конца XVIII в. (см. рис. 4).

Построение модели губернаторской усадьбы производилось постепенно. Вначале был составлен чертеж дома губернатора, после в программе 3D World Studio осуществлялись наброски внешнего вида постройки, создавались простейшие трехмерные объекты составных частей дома (фундамент, стены здания, колонны, крыша и т.д.), которые впоследствии детализировались. Построение модели велось в соответствии с «измерительным прибором», позволившим безошибочно задать масштаб здания. Построенная трехмерная модель была перенесена в программу Torque Constructor и размещена в библиотеке моделей Torque Game Engine. В данном случае Torque Constructor необходима в качестве программы, подготавливающей базу моделей для виртуального мира.

Приступая к реконструкции казенных строений, стоит отметить, что уже в конце XVIII в. подобные строения строились по «типовым» проектам. Так, анализируя рисунок вида Тамбова 1799 г., можно проследить сходство домов купцов с казенными строениями, например, с губернским управлением или зданием городского магистрата, в результате чего можно сделать вывод о начале типовой застройки в г. Тамбове уже в конце XVIII — начале XIX в.

Сохранившиеся источники позволили восстановить также и сам материал построек, в частности план г. Тамбова 1803 г. отображает каменные строения красным цветом, деревянные остались на плане незакрашенными. Благодаря рисунку 1799 г., хорошо отобразившему внешний вид зданий, и плану гипотетической реконструкции Соборной площади Тамбова 1786 г., на котором постройки, в частности казенные строения, были спроецированы на современную городскую застройку, удалось определить масштаб строений. Полученные трехмерные модели казенных строений были размещены в библиотеке моделей. Такие постройки, как караульная будка, гауптвахта, каменные мосты, восстанавливались также на основании рисунка 1799 г., для восстановления внешнего облика моста были привлечены фотографии каменных мостов Тамбова конца XIX — начале XX в.

Восстановление внешнего облика жилых построек и их параметров представлялось возможным с некоторой долей точности. К сожалению, сохранившиеся источники мало оставили информации о внешнем виде городских построек тамбовских обывателей. Так, восстановление внешнего вида городской застройки жилых кварталов Тамбова осуществлялось на основании аналогов деревянных жилых строений и дворов конца XVIII в., в качестве дополнительного материала для реконструкции были привлечены фотографии деревянных построек Тамбова конца XIX — начала XX в. В результате было выделено несколько моделей крестьянских домов, характерных для Центрального Черноземья. Полученные трехмерные модели построек были размещены в библиотеке моделей вместе с составными частями крестьянского двора (конюшней, амбаром, забором, воротами и т.д.).

Восстановление внешнего вида купеческих зданий Тамбова осуществлялось подобным образом, только, в отличие от крестьянских построек, некоторые купеческие дома были возведены по «типовым» проектам и отдельно отмечены на плане 1803 г. и виде Тамбова 1799 г.

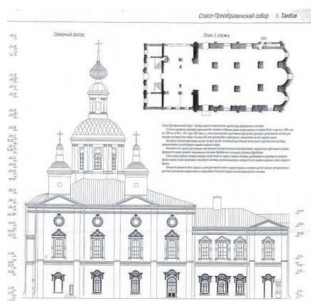


Рис. 5. Реставрационный план Спасо-Преображенского собора 2002 г.

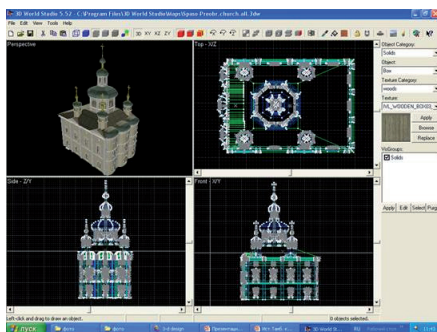


Рис. 6. Построение трехмерной модели собора программе 3D World Studio

Обращение к плану гипотетической реконструкции Соборной площади Тамбова 1786 г. позволило восстановить масштаб купеческих зданий.

Отдельно стоит повести речь о реконструкции церковных строений Тамбова. В центральной части города из вошедших в виртуальную реконструкцию церквей располагались Спасо-Преображенский собор, Знаменская, Уткинская и Троицкая церкви. Из них сохранилась только одна — Спасо-Преображенский собор, другие церкви были разрушены. Дошедшая до нас информация, большей частью фотографии и частично описания паломников и гостей Тамбова, позволила нам восстановить внешний облик церквей, а имеющиеся данные о перестройках церквей и строительных работах сделать ретроспекцию их внешнего вида на конца XVIII в. (см. рис. 5—6).

Построение трехмерной модели таких церквей, как Спасо-Преображенская, было облегчено благодаря использованию реставрационного чертежа собора, предоставленного архитектором Б.О. Деминим, проводившим реставрацию Спасо-Преображенского собора в 2002 г.

Анализируя источниковую базу и сопоставляя с современным чертежом собора, были сделаны отдельные вычеты изменений, произошедших после конца XVIII в. с собором: а) изменение куполов церкви; б) достройка притвора. В результате проведенных вычетов

из современного плана была получена трехмерная модель Спасо-Преображенского собора.

Несколько иным образом шла реконструкция Знаменской, Уткинской и Троицкой церквей. Их внешний вид в конце XVIII — начале XIX в. дошел до нас только на рисунке вида г. Тамбова 1799 г. и старых фотографиях конца XIX — начале XX в. Выяснить параметры церкви (длину, ширину, высоту) можно только на основании анализа этих данных с помощью архитектора или компьютерной программы по созданию трехмерных моделей. Данные проанализированных архитектором фотографий и рисунка могут быть весьма условны. Возможность проверить правильность заданных параметров можно только в ходе создания модели церкви при помощи трехмерного редактора, в котором будет производиться проектирование церкви на основании имеющихся фотографий, в результате чего отклонения от настоящих параметров церкви могут быть минимальны. В конечном итоге точность модели зависит от числа найденных фотографий церкви с разных точек съемки. Одним из выходов из этой ситуации стал анализ аналогов церквей конца XVIII — начала XIX в., обладающих сходством с тамбовскими.

Среди торговых и складских помещений, попавших в виртуальную реконструкцию, можно выделить Сенную площадь, Старые торговые ряды с прилегающими к ним складскими помещениями, соляной магазин, винные лавки, герберги, питейные дома и т.д.

Подробное описание гостиного двора сохранилось по г. Раненбургу. В качестве источниковой базы для создания трехмерной модели нами был привлечен план-проект таможенного и гостиного двора в Воронеже 1750 г. и чертеж фасада гостиного двора. В результате анализа чертежей здания гостиного двора Воронежа<sup>8</sup> и подобных ему аналогов вида Тамбова 1799 г. был восстановлен облик Старых тамбовских торговых рядов. Также в качестве дополнительного материала для реконструкции Сенной площади и Старых торговых рядов были привлечены фотографии каменных торговых рядов г. Тамбова, которые сохранились до сегодняшнего дня. Параметры конструкции были определены при анализе плана Соборной площади Тамбова 1786 г., гипотетической реконструкции, выполненной тамбовским архитектором ТГТУ Б.О. Деминым в рамках диссертационного исследования, посвященного развитию инфраструктуры Тамбова XVIII—XIX в. Параметры длины колонн, ширины портиков, высота арки и др. при реконструкции Старых торговых рядов находились

на основании чертежа фасада гостиного двора в Воронеже 1750 г. и сохранившихся фотографий аналогичных построек Тамбова.

В качестве материала для реконструкции питейных домов, гербергов и винных лавок был привлечен чертеж балчика и избы для продажи вина на Липецких заводах 1754 г.<sup>9</sup>, также был проанализирован чертеж кружечного двора и кабацких строений в Нижнем Ломове 1660 г.<sup>10</sup>. За 100 с лишним лет кабацкие строения, в последующем питейные дома, претерпели небольшие изменения, план деревянных построек оставался прежним, кровля крыши тоже не менялась. В XVIII в. появилась штукатурка стен, их стали стилизовать под каменные, накладывать рустовку на богатые здания или обмазывать мелом для тех, кто победнее. Питейные дома обмазывали мелом или белили. Внешний вид соляного магазина Тамбова источники описывают очень скупое, на основании анализов планов удалось установить только его местонахождение, площадь постройки, количество этажей и материал.

Все полученные модели в ходе реконструкции были перенесены в программу Torque Constructor и размещены в библиотеке моделей Torque Game Engine, после чего осуществлялась самая важная фаза реконструкции – размещение моделей городских построек в виртуальном пространстве. Точная привязка объектов зданий к ландшафту местности производилась при помощи размещенного в трехмерном пространстве объекта современного плана (объект №1), который не был удален из виртуального пространства после окончания процедуры генерации поверхности и находился под моделью поверхности ландшафта. Это позволило нам ориентироваться в местоположении того или иного объекта. После размещения построек на ландшафте редактором материалов Torque Game Engine были обозначены дороги, участки земли жителей Тамбова, размещена растительность во дворах горожан в виде деревьев, кустарников и других растений которые могли произрастать на участках.

В итоге после завершения реконструкции виртуального мира следующим этапом работы была разработка виртуальной интерактивной системы, которая будет взаимодействовать с пользователем с образовательной целью.

**Этап V (создание интерактивной системы навигации).** Современный этап применения трехмерных технологий в качестве инструментария историка, используемый в исторических исследованиях как за рубежом, так и в России, ставит акцент на создание трех-

мерных реконструкций не как самоцели исследования, а в качестве мультимедийного пособия, рассчитанного на использование в системе образования.

Очень явно показал эти требования недавно прошедший международный конкурс виртуальных исторических реконструкций, во Франции в Париже в 2008 г. в La Géode (зал виртуальной реальности площадью 400 м<sup>2</sup>), в котором Лаборатория социальной истории ТГУ им. Г.Р. Державина вместе с другим коллективом трехмерных разработчиков из Москвы представляла Россию. Одним из требований к виртуальным историческим реконструкциям, заявленным на конкурсе, было наличие системы обучения в виртуальной среде (virtual system education).

Под термином «виртуальная система обучения» подразумевается интеграция в трехмерное пространство разного рода материала: тексты, таблицы, схемы, рисунки, чертежи, планы, видеоматериалы и др. Создание виртуальной обучающей системы в проекте может достигаться разными путями: посредством разработки линейного сюжета просмотра трехмерных объектов и сопровождающего материала, в виде движения по заданному маршруту, или заданием нелинейного сюжета просмотра информации с возможностью для пользователя выбирать тематические сюжеты и самостоятельно перемещаться по виртуальному пространству, при желании воспользоваться предлагаемым маршрутом. Второй метод подачи информации является более совершенным, но технически сложным. Для того чтобы пользователь не запутался в трехмерном мире, необходима разработка навигационной системы, а также электронного справочника, в котором будет находиться текстовая, графическая, видео и любая другая информация, которой разработчик захочет сопроводить свою историческую реконструкцию. Главная цель данной системы — имитация образовательного процесса, поэтому подчас в эти проекты включается система электронного тестирования.

Начиная разрабатывать мультимедийный продукт, в качестве одной из главных целей, которую мы ставили перед собой, было создание образовательного продукта, где сама виртуальная историческая реконструкция городской инфраструктуры Тамбова конца XVIII — начала XIX в. должна быть представлена не отдельной моделью памятника культуры и архитектуры, с которой может работать только специалист, хорошо знающий предмет и умеющий объяснить школьникам или студентам демонстрируемую им реконструкцию,





Рис. 7. Интерактивный план города Тамбова (на основе плана 1803 г.)

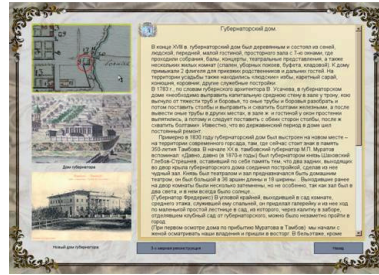


Рис. 8. Панель информации, посвященная дому губернатора конца XVIII в.

а целой образовательной системой, в которой наличие экскурсовода по трехмерному городу будет необязательно.

В нашей работе была сделана попытка интеграции различного рода информационных ресурсов. В ходе работы над проектом мы стремились сделать наш мультимедийный ресурс как можно более информативным, в результате чего нами в виртуальную среду была интегрирована обучающая интерактивная система. Она содержит текстовый материал, посвященный истории Тамбова, его губернатору, мероприятиям, проведенным Г.Р. Державиным, и информацию по каждому зданию, в том числе рисунки, чертежи, схемы построек города. В обучающую интерактивную систему был включен и видеоматериал — фрагменты интервью с работниками библиотеки им. А.С. Пушкина о деятельности тамбовского губернатора, литературное творчество Г.Р. Державина. Посредством интерактивной обучающей системы пользователю может быть задан определенный путь просмотра объектов. Возможности создания обучающей системы в различных программах по разработке трехмерных интерактивных миров неодинаковы. Так, обучающая интерактивная система, разработанная нами, дает пользователю возможность получать информацию двумя путями (см. рис. 6–7).

Первый — посредством вызова системы «Электронного справочника», через который будет осуществляться поиск необходимой информации. Через эту систему пользователь может получить как текстовую, так и графическую, в том числе объемно-графическую

информацию. Справочник дает пользователю доступ к систематизированному объему информации по следующим разделам:

А. План города — этот раздел представляет собой полностью интерактивный план Тамбова 1803 г., который был взят за основу реконструкции. О каждом объекте содержится различная информация. Для удобства поиска нужных административных, гражданских или культурных построек объекты плана систематизированы на разделы:

- а) все здания;
- б) здания административного значения;
- в) обывательские дома;
- г) питейные заведения;
- д) магазины и склады;
- е) церкви;
- ж) учебные заведения;
- з) современный план Тамбова.

При нажатии на кнопки одного из разделов местонахождение здания обозначается флажком двух цветов. Один цвет предназначен для тех объектов, которые содержат в себе текстовую, графическую и графическо-объемную информацию (т.е. пользователь может посмотреть трехмерную реконструкцию постройки и переместиться к ее местонахождению в городе), другой цвет — для тех объектов, которые содержат только описательную информацию.

При наведении курсора на объект он сразу подсвечивается и появляется краткая информация. При нажатии на объект можно просмотреть всю информацию, которая содержится в «Электронном справочнике» о постройке, а также просмотреть его трехмерную реконструкцию. Раздел «Современный план» дает пользователю возможность сопоставить расположение старинных построек с современным планом города.

Б. Вид города — содержит в себе интерактивный раздел, в основе которого лежит старинный рисунок вида Тамбова 1799 г. архитектора Усачева. При наведении указателя курсора на любой объект возникает подсветка здания и краткая информация о здании. Таким образом, у пользователя появляется возможность в доступной форме изучить старинный документ.

Второй — получение информации непосредственно в виртуальном пространстве. Так, в виртуальном пространстве у каждого здания были размещены специальные объекты, называемые «горячими точками» (hot spot), при соприкосновении с которыми пользователю дается имеющаяся о том или ином здании информация.

Использование в интерактивном пространстве геоинформационных систем, представляющих собой комбинацию интерактивных планов, насыщенных различной информацией (текст, чертежи, рисунки, видеоматериал, таблицы и т.д.), с виртуальным объемным изображением, позволяет дать пользователю исчерпывающую информацию об изучаемом объекте. Возможность создания интерактивного плана в виртуальной реальности, содержащего привязку как к отдельным текстовым файлам, базам данных, так и к трехмерным объектам, придает виртуальному пространству наибольшую информативность, позволяет разработчику задать обучающий процесс, создав тем самым интерактивную обучающую систему.

\*\*\*

Использование технологий виртуального моделирования в научно-образовательной деятельности открывает перед исследователями широкие возможности репрезентации исторического материала, реконструкции утраченных памятников культуры и архитектуры.

Виртуальная реконструкция может послужить хорошим учебным пособием для образовательных учреждений средних и высших учебных заведений (школ, институтов, и т.д.), экскурсоводов, и основой для создания видео для научно-популярных фильмов и телепередач. Применение дистанционных форм обучения в сфере образования посредством использования виртуальных исторических реконструкций городов, памятников культуры и архитектуры в качестве наглядного пособия и обучающих программ предоставит учащимся средних и высших учебных заведений возможность ознакомиться с изучаемым материалом на современном уровне.

В настоящее время программные средства трехмерного моделирования претерпевают значительные изменения. Появляются специализированные программы, адаптированные для работы историков и археологов. Расширяются также возможности самих программ трехмерного моделирования, которые позволяют уже не просто реконструировать внешний вид исторических памятников, но и наделять их интерактивными свойствами.

Наряду с возрастающим уровнем компьютерной грамотности новые возможности программных средств дают в руки историков новый мощный инструмент исследования исторической реальности прошлого. В то же время не стоит преувеличивать возможности компьютерного моделирования. Компьютерная модель будет досто-

верной лишь тогда, когда будет являться результатом кропотливого анализа корпуса адекватных исторических источников. Создание реконструкции центральной части Тамбова конца XVIII — начала XIX в. убедительно продемонстрировало прикладную значимость этого положения.

## Примечания

- <sup>1</sup> Fleury Ph. et Madeleine S. *Réalité virtuelle et restitution de la Rome antique au IV siècle p. C.*, Histoire urbaine, 2007. Виртуальная интерактивная реконструкция античного Рима IV в. н.э. // Новый взгляд. Лаборатория социальной истории ТГУ им. Г.Р. Державина: междунар. сб. работ молодых историков. Тамбов, 2007. Т.1. С.46–51.
- <sup>2</sup> Интерактивность в виртуальном пространстве — это система доступа к информации, подразумевающая возможность пользователя перемещаться в виртуальном мире и реагировать на события в трехмерной среде, получая их по схеме «запрос-ответ», что иначе можно назвать языком общения пользователя и виртуальной обучающей системы.
- <sup>3</sup> ЦГАДА. Фонд № 356 ед. хр. №290 / 5837. Губерния Тамбовская, уезд гор. Тамбов.
- <sup>4</sup> Дубасов. И.И. Очерки из истории Тамбовского края. Тамбов, 1993; Черменский П.Н. Прошлое Тамбовского края. Тамбов, 1961; Грот Я.К. Жизнь Державина. Сер. «Гений в искусстве». М., 1997; Мизис Ю.А. Формирование рынка Центрального Черноземья во второй половине XVII — первой половине XVIII в.: монография. Тамбов, 2006. 816 с.; Орлова В.Д. Учебный материал по истории русской культуры и быта (IX — начало XX в.). Тамбов, 1994.
- <sup>5</sup> Кученкова В.А. Неизвестный Тамбов. Тамбов, 1993; Грязнова Н.В. Архитектурно-пространственное преобразование российской провинции в конце XVIII — начале XIX веков: замысел и реализация (на примере Тамбовской губернии): автореф. дис. ... канд. архитектуры. М., 2000; Леденева Г.Л. Гражданская архитектура российской провинции конца XIX — начала XX столетий (на примере застройки г. Тамбова). Тамбов, 2003.
- <sup>6</sup> Ополовников А., Островский Г. Русь деревянная: образы русского деревянного зодчества. М., 1981; История русской архитектуры: учебник для вузов / В.И. Пилявский, Т.А. Славина, А.А. Тиц, Ю.С. Ушаков, Г.В. Заушкевич, Ю.Р. Савельев. 2-е изд., перераб. и доп. С-Пб, 1994; Рабинович М.Г. Очерки материальной культуры русского феодального города. М., 1988.
- <sup>7</sup> Грот Я.К. Указ. соч. С. 274.
- <sup>8</sup> Мизис Ю.А. Указ. соч. С. 194–195.
- <sup>9</sup> Там же. С. 142.
- <sup>10</sup> Там же. С. 246.

*Д.В. Груздев*

## **Алгоритм и технология визуализации пространственной модели археологических объектов\***

Результаты археологических раскопок традиционно представляются в виде чертежей и описаний — послойные планы расположения объектов, прорисовка стратиграфии культурного слоя, карты распределения находок по горизонтам и связанные с ними коллекционная и полевые описи<sup>1</sup>. Именно разнообразие форм и методов отображения исходных археологических данных определяет сложность визуального представления культурного слоя и ограничивает возможности анализа процессов формирования и развития археологического памятника. В данном случае компьютерная графика является оптимальным средством наглядного отображения научной информации. Использование алгоритмов и технологии компьютерной графики для трехмерной визуализации археологических данных — эффективный инструмент анализа изучаемых процессов. Это определяется высокой информативностью моделей-изображений, созданных с применением компьютерных технологий. Информация, содержащаяся в синтезированном изображении, представлена в наиболее концентрированной форме и, как правило, более доступна для анализа. Кроме того, представление пространственной модели археологических объектов средствами

---

\* Исследования поддержаны Программой интеграционных и междисциплинарных проектов фундаментальных исследований УрО РАН на 2009—2011 гг.

компьютерной графики обеспечивает максимальную наглядность при демонстрации результатов исследований.

С точки зрения компьютерных технологий, синтез изображений — одно из наиболее динамично развивающихся направлений информатики. В настоящее время машинная графика может рассматриваться как самостоятельная отрасль информационных технологий, характеризующаяся специфическими методами, алгоритмами и технологическими приемами. Машинную графику можно определить как науку о математическом моделировании геометрических форм и облика объектов, а также методов их визуализации<sup>2</sup>. «Технологическую» составляющую машинной графики принято называть компьютерной графикой. Под компьютерной графикой понимается ветвь машинной графики, включающая инструменты для создания изображений и сами изображения, которые создаются с использованием разработанного программного обеспечения. Принято считать, что данное направление зародилось в начале 1960-х гг. в связи с изысканиями Ivan Sutherland, Massachusetts Institute of Technologies<sup>3</sup>.

Системы машинной графики отображают обработанную информацию об объектах в виде синтезированного изображения на экране дисплея. В отличие от телевизионных и других аналогичных систем для машинной графики источником входной информации являются не сами физические процессы или объекты, а их математические модели. Модели в общем случае представляют упорядоченную совокупность данных, числовых характеристик, параметров, отображающих структуру, свойства, взаимосвязи и отношения между элементами объекта, а также между объектом и его окружением. Применительно к археологическим исследованиям модель, которую необходимо отобразить, включает в себя пространственно упорядоченный набор объектов, геометрические параметры и взаимное расположение которых, отражают соответствующие параметры культурного слоя археологического памятника<sup>4</sup>.

## **Визуализация пространственных объектов**

В общем случае визуализацию пространственных моделей археологических объектов на экране компьютера можно рассматривать как результат процесса преобразования координат реальных объектов (рис. 1). Мировые координаты описывают истинное положение

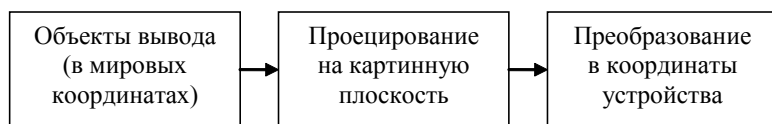


Рис. 1. Модель процесса визуализации трехмерных изображений

объектов в пространстве реального мира с заданной точностью. Достаточно точная привязка каждого археологического объекта к мировой системе координат обеспечивается существующей методикой полевых археологических исследований<sup>5</sup>. Перед проведением археологических раскопок устанавливается единая для каждого памятника координатная сетка, расположение и дискретность которой диктуется методикой раскопок. Эта сетка фактически является местной системой координат для данного археологического памятника. При этом координатная сетка памятника однозначно соотносится с репером — выбранной условной нулевой точкой. Относительно репера в местной системе координат определяется расположение всех выявленных в результате раскопок объектов. В свою очередь расположение репера определено в мировой системе координат. Система координат устройства отображения, на котором осуществляется визуализация изображения объектов, определяется, исходя из размера и дискретности устройства. При этом для получения изображения модели археологического объекта необходимо рассчитать координаты на плоскость проецирования. Все точки проецируются на плоскость просмотра с помощью проецирующих лучей (или проекторов), а затем рассчитываются координаты для графического устройства — экранные координаты.

### ***Проецирование на картинную плоскость***

В компьютерной графике при отображении пространственных объектов чаще всего используются параллельная и центральная проекции (рис. 2). Они различаются по расположению центра проекции относительно плоскости проекции. При параллельной про-

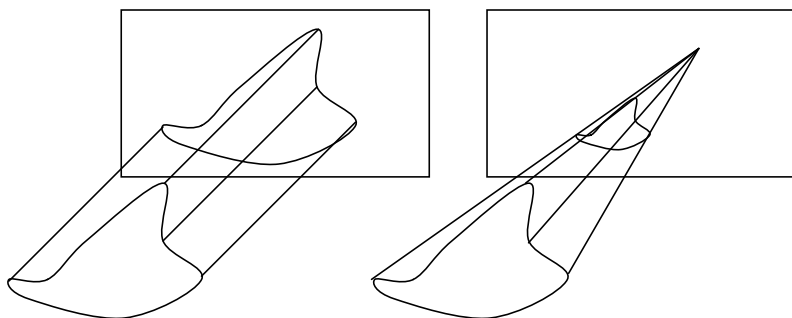


Рис. 2. Параллельная и центральная проекции

екции центр проекции находится на бесконечном расстоянии от плоскости проекции. Проекторы представляют собой пучок параллельных лучей. В этом случае необходимо задавать направление проецирования и расположение плоскости проекции. По взаимному расположению проекторов, плоскости проекции и главных осей координат различают ортогональные, прямоугольные аксонометрические и косоугольные аксонометрические проекции<sup>6</sup>. При центральной проекции расстояние от центра проекции до плоскости проецирования конечно, поэтому проекторы представляют собой пучок лучей, исходящих из центра проекции. В этом случае необходимо задавать расположение и центра проекции, и плоскости проекции. Изображения на плоскости проекции имеют так называемые перспективные искажения, когда размер видимого изображения зависит от взаимного расположения центра проекции, объекта и плоскости проекции.

Преобразование координат различно для разных типов проекции. Однако какой бы тип проекторов мы ни выбрали, результатом операции проецирования будет переход к новой системе координат.

### ***Преобразование в координаты устройства***

Координаты проецирования могут быть использованы для формирования изображения с помощью устройства графического вывода. Чаще всего система координат устройства графического вывода



не совпадает с системой координат проецирования (например, линейные размеры реального объекта составляют десятки или сотни метров, а нам надо отобразить его целиком на экране дисплея).

Пусть  $(X_3, Y_3, Z_3)$  — это координаты объектов в устройстве отображения использующего декартову систему координат. Координаты проецирования обозначим здесь как  $(X, Y, Z)$ . Окно определим как прямоугольную область вывода с экранными координатами  $(X_{\text{эmin}}, Y_{\text{эmin}}) - (X_{\text{эmax}}, Y_{\text{эmax}})$ .

Преобразование координат проекции в экранные координаты можно задать как растяжение/сжатие и сдвиг:

$$\begin{cases} X_3 = KX + dx, \\ Y_3 = KY + dy, \\ Z_3 = KZ. \end{cases}$$

Такое преобразование сохраняет пропорции объектов, так как коэффициент сжатия  $K$  постоянен для всех координат.

### Аффинные преобразования

Указанные действия — проецирование и преобразование в координаты устройства — позволяют нам отобразить трехмерную модель на экране компьютера, однако этого мало для практической работы. Часто необходимо развернуть или сместить модель, для этого используются еще одно преобразование координат.

Рассмотрим общие вопросы преобразования координат. Пусть задана  $n$ -мерная система координат в базисе  $(k_1, k_2, \dots, k_n)$ , описывающая положение точки в пространстве с помощью числовых значений  $k_i$ . В компьютерной графике чаще всего используется двумерная ( $n=2$ ) и трехмерная ( $n=3$ ) системы координат.

Если задать другую,  $N$ -мерную, систему координат в базисе  $(m_1, m_2, \dots, m_N)$  и поставить задачу определения координат в новой системе, зная координаты в старой, то решение (если оно существует) можно записать в таком виде:

$$\begin{cases} m_1 = f_1(k_1, k_2, \dots, k_n), \\ m_2 = f_2(k_1, k_2, \dots, k_n), \\ \dots \\ m_N = f_N(k_1, k_2, \dots, k_n), \end{cases}$$

где  $f_i$  — функция пересчета  $i$ -й координаты, аргументы — координаты в системе  $k_i$ .

Можно поставить и другую задачу — по известным координатам  $(m_1, m_2, \dots, m_N)$  определить координаты  $(k_1, k_2, \dots, k_n)$ . Решение этой задачи запишем так:

$$\begin{cases} k_1 = F_1(m_1, m_2, \dots, m_n), \\ k_2 = F_2(m_1, m_2, \dots, m_n), \\ \dots \\ k_N = F_N(m_1, m_2, \dots, m_n), \end{cases}$$

где  $F_i$  — функции обратного преобразования.

Преобразование координат классифицируют по системам координат (например, преобразование из полярной системы в прямоугольную) и по виду функций преобразования. По виду функций преобразования различают линейные и нелинейные преобразования. Если при всех  $i = 1, 2, \dots, N$  функции — линейные относительно аргументов  $(k_1, k_2, \dots, k_n)$ , т.е.  $f_i = a_{i1}k_1 + a_{i2}k_2 + \dots + a_{in}k_n + a_{in+1}$ , где  $a_{ij}$  — константы, то такие преобразования называются линейными, а при  $n=N$  — аффинными <sup>7</sup>.

Частные случаи аффинного преобразования представлены на рисунке 3 (а-в). Необходимо отметить, что любое аффинное преобразование пространственной модели археологического объекта можно реализовать как последовательность базовых, простейших операций — сдвиг, растяжение/сжатие и поворот. При этом сохраняются прямые линии, параллельность прямых, отношение длин отрезков, лежащих на одной прямой, и отношение площадей фигур. Параллельный сдвиг системы координат обеспечивает произвольное перемещение пространственной модели археологического объекта в пределах экрана компьютера (рис. 3а). Эти действия необходимы для размещения на первом плане изображения модели объекта, изучение которого происходит на данном этапе исследований. Поворот системы координат (рис. 3б) обеспечивает изменение ориентации в пространстве модели. Выбор определенного ракурса необходим для того, чтобы при пространственном моделировании существовала возможность сконцентрировать внимание на наиболее интересных, с точки зрения исследователя, характеристиках реальных археологических объектов. Преобразование координат за счет растяжения и сжатия осей (рис. 3в) предоставляет возможность масштабирования, изменения геометрических параметров моделей на экране. Это позволяет выбрать размер компьютерной модели археологического объекта, наиболее предпочтительный для исследователя, максимально увеличить детальность при отображении тех

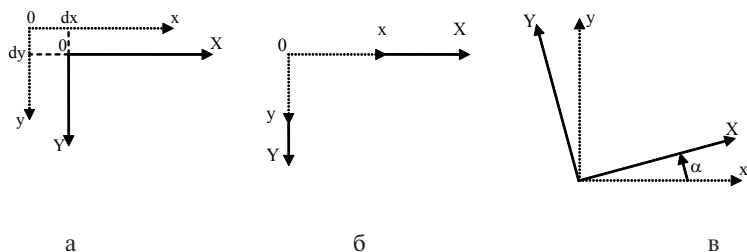


Рис. 3. Аффинные преобразования: а — параллельный сдвиг координат; б — растяжение/сжатие осей; в — поворот



Рис. 4. Этапы преобразования координат

элементов модели, которые анализируются в настоящий момент, и временно исключить из рассмотрения объекты, второстепенные в данной ситуации.

Таким образом, графический конвейер, осуществляющий вывод пространственной модели археологического объекта на экран, может быть реализован серией последовательных преобразований координат (рис. 4). Первоначально создается и визуализируется модель объекта в мировых координатах, предполагающая сохранение всех размеров реального объекта. Далее выбирается наиболее информативный с точки зрения исследователя ракурс объекта. Данная трансформация осуществляется за счет аффинных преобразований пово-

рота, в результате которых модель объекта представляется в видовых координатах. Для визуализации на мониторе или другом устройстве моделируемый объект проецируется на плоскость. На этом этапе происходит преобразование видовых координат в проекционные. Это предполагает проекцию пространственного объекта на выбранную исследователем плоскость. В дальнейшем для оптимального отображения объекта или его части осуществляются аффинные преобразования масштабирования и сдвига, которые позволяют получить итоговое изображение в координатах устройства отображения. Описанная последовательность преобразований выполняется при каждом действии исследователя, связанном с изменением отображения.

## **Моделирование пространственных объектов**

Геометрическую форму моделируемого объекта можно представить с помощью полигональной сетки. Полигональные сетки являются набором полигонов или «граней», которые в совокупности формируют «оболочку» объекта. Такой подход в машинной графике является традиционным способом представления широкого класса объемных форм, таких, например, как куб и икосаэдр, а также аппроксимации гладких поверхностей, подобных сфере, цилиндру и конусу. Популярность использования полигональных сеток в компьютерной графике основана на простоте математического описания полигонов, благодаря которому их легко представлять и преобразовывать. Полигональные сетки однозначно определяют внутреннюю и внешнюю области моделируемого объекта. Кроме того, достаточно просто создавать их изображения.

Многие системы визуализации основаны на изображении объектов посредством рисования последовательности полигонов. Каждая грань полигона проходит через графический конвейер, где ее вершины подвергаются различным преобразованиям. Одни объекты могут быть точно представлены полигональной сеткой, а другие только аппроксимируются ею.

Для описания пространственных объектов полигональной сеткой используются следующие элементы: вершины, отрезки прямых (векторы) полилинии, полигоны или грани (рис. 5). При использовании декартовой системы координаты вершины определяются

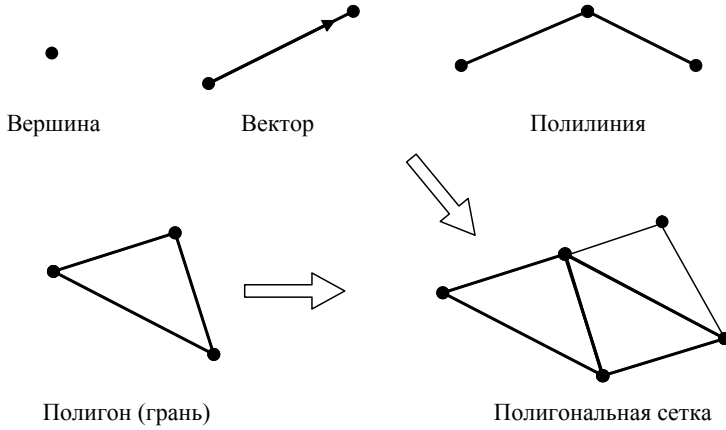


Рис. 5. Базовые элементы полигональной сетки

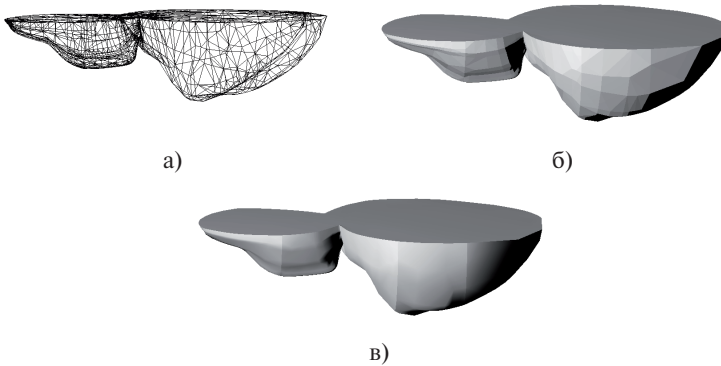


Рис. 6. Моделирование объекта полигональной сеткой:  
а — отображение полилиниями; б — отображение гранями;  
в — сглаживание полигональной сетки

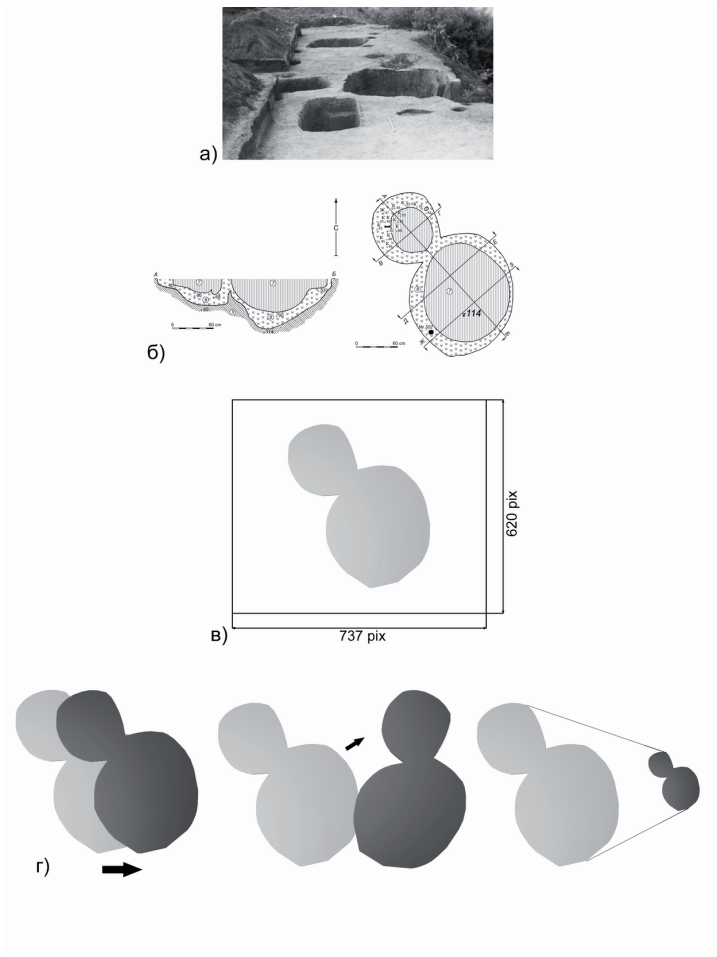


Рис. 7. Формирование и визуализация пространственной модели археологического объекта

как  $(x_i, y_i, z_i)$ . Каждый объект определяется координатами собственных вершин. При этом вершина может моделировать точечный объект, размер которого не имеет значения (археологические находки), а также используется при определении линейных объектов и полигонов. Полилиния может моделировать отдельный линейный объект, толщина которого не учитывается (прослойки и напластования в культурном слое), а также может представлять контур полигона. Полигон моделирует площадной объект (срез археологического объекта) и описывает плоскую грань объемного объекта. Несколько граней составляют объемный объект в виде полигональной сетки и формируют пространственную модель археологического объекта (рис. 6). Векторную полигональную модель можно считать наиболее распространенной в современных системах трехмерной компьютерной графики. Ее используют практически все системы, связанные с компьютерной графикой: системы автоматизированного проектирования (САПР), геоинформационные системы, тренажеры, компьютерные игры и пр. Это обусловлено и математическим, и аппаратным аспектом визуализации трехмерных объектов. С точки зрения математического описания надежные и быстрые алгоритмы визуализации существуют только для полигональных сеток. Более того, при выводе на монитор любая модель (например, аналитическая, воксельная и пр.) преобразуется в полигональную, так как современное аппаратное обеспечение (3D-ускорители) в конечном счете может работать только с ними.

В общем виде процесс формирования и визуализации пространственной модели археологического объекта можно представить в виде поэтапной схемы<sup>8</sup> (рис. 7). Исходными данными для построения модели являются изображения археологического объекта в мировых координатах (рис. 7а) и традиционная археологическая документация (рис. 7б). В определенном смысле, археологические планы можно рассматривать как двумерную графическую модель реальных археологических объектов, представленную в проекционных координатах. Использование алгоритма и технологии визуализации позволяет получить конечное изображение модели в экранных координатах на устройстве вывода (рис. 7в) и обеспечить режимы ее оптимального отображения (рис. 7г). Исходя из возможности диалоговой настройки визуализации модели археологического объекта в режиме реального времени, данная процедура может рассматриваться как процедура интерактивной компьютерной графики.

**Примечания**

- <sup>1</sup> Положение о производстве археологических раскопок и разведок и об открытых листах М., 2001. 33 с.
- <sup>2</sup> Иванов В.П., Батраков А.С. Трехмерная компьютерная графика. М., 1995.
- <sup>3</sup> Там же.
- <sup>4</sup> Груздев Д.В., Журбин И.В. Компьютерное моделирование археологических объектов: методика и технология создания пространственной модели // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». М., 2002. №29. С. 112–122.
- <sup>5</sup> Положение о производстве археологических раскопок и разведок и об открытых листах М., 2001. 33 с.
- <sup>6</sup> Иванов В.П., Батраков А.С. Трехмерная компьютерная графика. М., 1995; Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики. Для профессионалов. СПб., 2002; Вельтмандер П.В. Машинная графика. Новосибирск, 1997.
- <sup>7</sup> Фоке А., Пратт М. Вычислительная геометрия. М., 1982.
- <sup>8</sup> На рисунке 7а-б представлены материалы раскопок Большеголовнинского поселения (см.: Голдина Р.Д. Отчет об археологических исследованиях в Частиномском районе Пермской области летом 2002 г. Архив Института истории и культуры народов Приуралья. Ф. 2. Д. №429. Ижевск, 2002. 44 с. + 125 ил.).



*Д.С. Коробов*

**Моделирование сельскохозяйственных угодий  
алан Кисловодской котловины V–VIII вв.  
методами ГИС**

Изучение системы расселения людей в древности и средневековье — одно из приоритетных направлений в археологии на протяжении всей истории ее развития. В последние десятилетия ведущиеся в этом направлении работы объединены в рамках так называемой ландшафтной археологии (*landscape archaeology*), исследующей взаимодействие человека и его природного окружения. Мощным инструментом, стимулирующим повсеместное развитие ландшафтной археологии, стало применение геоинформационных систем (ГИС), которые начиная с середины 1980-х гг. все активнее используются археологами.

Система расселения алан в Кисловодской котловине изучается уже не одно десятилетие. Полевыми и камеральными работами краеведов и археологов была заложена основа для создания археологической карты памятников этого уникального по плотности заселения уголка Северного Кавказа, которая недавно была опубликована в виде коллективной монографии (Афанасьев, Савенко, Коробов, 2004). Особенность данной карты заключается в том, что она, пожалуй, впервые в российской археологической науке, была создана на единой основе ГИС в результате непосредственного полевого обследования более 800 археологических памятников, упоминаемых в издании. Этой работой

заложена основа для дальнейшего анализа древностей Кисловодской котловины, оставленных в различные эпохи ее населением.

Без сомнения, периодом наиболее плотного заселения Кисловодской котловины является эпоха раннего средневековья. Условно хронологические рамки этого периода можно обозначить в пределах V–VIII вв. н.э. К этому времени относится подавляющее большинство известных на сегодняшний день катакомбных могильников котловины, оставленных, по мнению большинства исследователей, аланским населением. Разумеется, данный хронологический диапазон не является абсолютным – некоторые артефакты, обнаруженные в погребениях, позволяют говорить об отдельных аланских захоронениях более раннего времени – эпохи Великого Переселения народов IV–V вв. Существуют также хронологические схемы, относящие часть древностей из катакомбных захоронений к более позднему этапу (VIII–IX вв.). Поэтому, говоря о поселениях Кисловодской котловины, как относящихся к эпохе раннего средневековья и датируемых V–VIII вв., следует понимать эти даты как предварительные и носящие условный характер. Они являются крайними вехами определенного исторического процесса. Учеными уже обращалось внимание на то, что аланские племена, по-видимому, массово заселяют Кисловодскую котловину в середине V в. н.э. и исчезают из нее в середине VIII в. н.э., когда их сменяет население, практикующее обряд захоронений под скальными навесами (Кузнецов, 1962, с. 76; Ковалевская, 1984, с. 156; Афанасьев, Рунич, 2001, с. 22–23). Впоследствии аланы вновь появляются в котловине и оставляют там яркие погребальные и поселенческие памятники X–XII вв., однако этот период не рассматривается в настоящем исследовании.

Одна из основных задач данной работы заключается в адаптации и использовании методов ГИС, применяемых в рамках ландшафтной археологии. Пространственный ГИС-анализ позволяет по-новому взглянуть на изучаемые археологические памятники и смоделировать их хозяйственную округу (см. например: Коробов, 2008). Основой подобного моделирования служит комплексное использование возможностей ГИС, данных дистанционного зондирования (прежде всего аэрофотосъемки), археологических полевых работ, данных палеопочвоведения, остеологического анализа костей животных, изучение макроботанических остатков, обнаруженных после флотации культурного слоя укрепленных поселений, результатов геофизического обследования археологических памятников и т.д. Эти важные этапы исследования

жизнедеятельности аланского населения, которые осуществляются в сотрудничестве с соответствующими специалистами, также остаются за рамками публикации.

Моделирование сельскохозяйственных угодий вокруг аланских поселений Кисловодской котловины осуществлялось на основе археолого-географической информационной системы (АГИС) «Кисловодск», созданной в Институте археологии РАН под руководством Г.Е. Афанасьева (Афанасьев, Савенко, Коробов, 2004, с. 60–62). Она выполнена с применением лицензионных пакетов ГИС-программ ArcView 3.1 и ArcGIS 8.3, снабженных специальными модулями («расширениями») пространственного (Spatial Analyst), геостатистического (Geostatistical Analyst) и трехмерного анализа (3D Analyst). В качестве топографической основы использовались векторные слои, созданные в Центре исследования экстремальных ситуаций на основе топографических листов К-38-1 и К-38-2 масштаба 1 : 100 000. Картографирование велось в проекции UTM зоны 38 на основе геоцентрической модели WGS-84. Работа с данной проекцией позволяет корректно проводить любые вычисления линейных расстояний, подсчета периметров и площадей, использовать привычные единицы измерения площади (например, гектары, если мы берем в качестве «аналитической ячейки» квадрат размерами 100 x 100 м) и т.д.

Отдельно следует остановиться на цифровой модели рельефа (ЦМР), используемой в данной работе. Для ее построения применялся модуль 3D Analyst программы ArcGIS 8.3. Цифровые данные о рельефе практически всего земного шара были получены в 2000 г. с американского спутника с помощью специальной радарной системы Shuttle radar topographic mission (SRTM). Информацию о размещении и применении этих данных для построения ЦМР в ГИС можно найти на Интернет-сайте ГИС-лаборатории (<http://gis-lab.info/qa/srtm.html#mission>). Данные о высотах SRTM позволяют построить карту рельефа с сечением горизонталей в 10 м, что в два раза точнее имеющихся цифровых данных, созданных в Центре исследования экстремальных ситуаций (рис. 1.-1). Полученная карта рельефа служит основой для построения ЦМР, созданной с помощью инструментов модуля 3D Analyst в виде трехмерной теневой модели TIN (см., например, рис. 2.-1 и др.), которая использовалась в дальнейшем анализе.

Для осуществления компьютерного моделирования сельскохозяйственных угодий — пахотных и пастбищно-сенокосных земель —

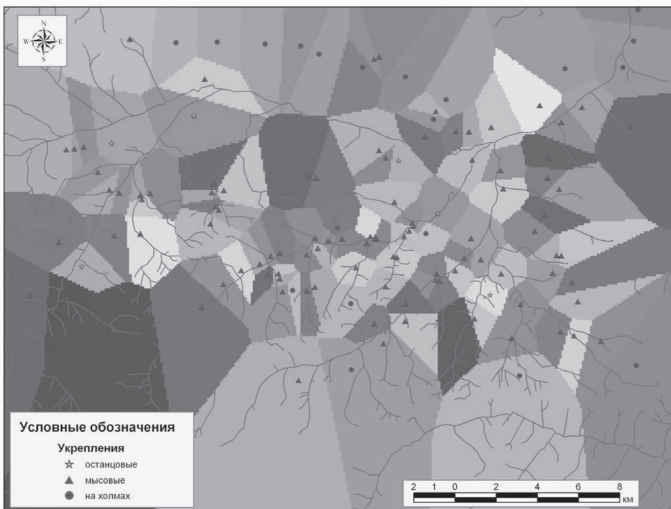
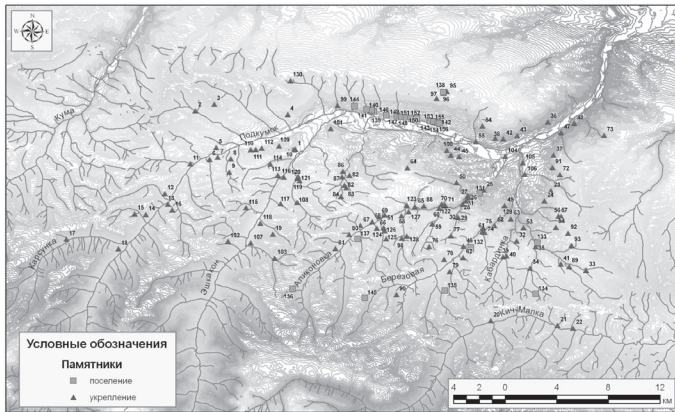
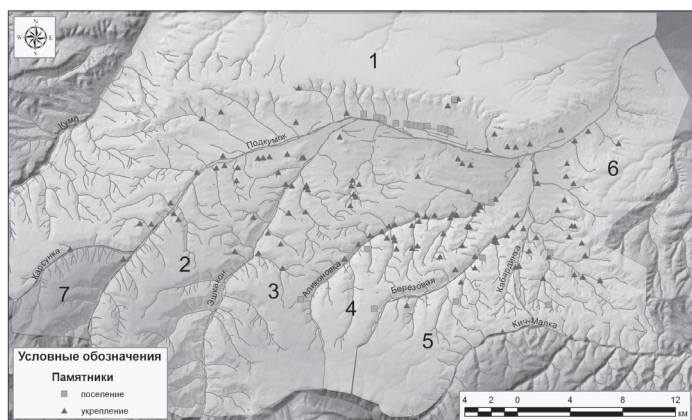
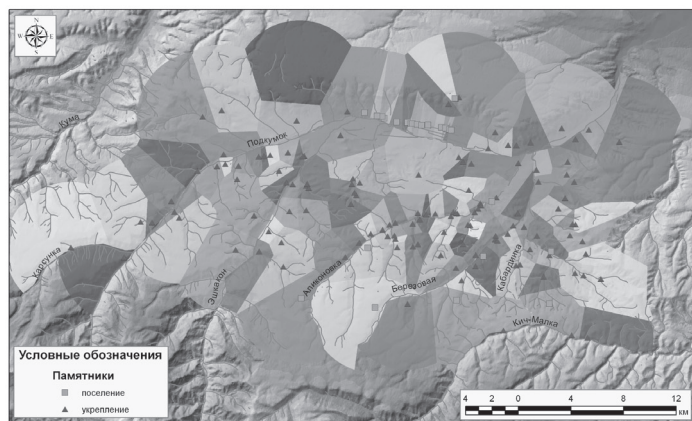


Рис. 1.

1 — карта укрепленных и неукрепленных поселений Кисловодской котловины, использовавшихся в исследовании; 2 — пример использования стандартной процедуры построения полигонов Тиссена вокруг аланских укреплений Кисловодской котловины (по: Коробов, 2008, рис. 11)



1



2

Рис. 2.

1 — использование масок по границам основных речных каньонов для анализа потенциальных экономических зон поселений эпохи раннего средневековья; 2 — результат моделирования потенциальных экономических зон вокруг поселений Кисловодской котловины эпохи раннего средневековья с помощью полигонов Тиссена

за анализируемую единицу приняты так называемые основные места обитания аланского населения эпохи раннего средневековья. Они были выделены в процессе предыдущих исследований (Коробов, 2008) и включают в себя 111 укрепленных и 26 неукрепленных поселений V–VIII вв. н.э., выявленных в ходе археологических разведок. Пространственная привязка памятников к системе географических координат WGS-84 осуществлялась в поле с помощью приборов глобального спутникового позиционирования навигационного класса Garmin GPS III+ и GPS MAP 60CSx, которые позволяют фиксировать местоположение по долготе и широте на поверхности Земли, а также на высоте над уровнем моря с точностью до 5–15 м. К имеющейся информации добавляется еще 19 крепостей предположительно того же времени, обнаруженных в долине рек Подкумок, Эшкакон и Кич-Малка при работе с аэрофотосъемкой. Сведения о них будут проверены в ходе ближайших полевых работ.

Таким образом, при моделировании хозяйственных зон вокруг мест обитания аланского населения использовалась информация о 156 укрепленных и неукрепленных поселениях Кисловодской котловины (рис. 1.-1). Следует отметить, что выделенные в ходе предыдущих исследований центральные места обитания алан – останцовые укрепления Горное Эхо, Рим-Гора и Центральное Эшкаконское, а также укрепления на мысах Указатель и Мосейкин Мыс-1 (Коробов, 2008) — на данном этапе включены в работу как равнозначные основным местам обитания, хотя принимается во внимание большее количество их потенциального населения и соответственно большая хозяйственная зона, которая должна была использоваться в окрестностях этих памятников.

Автором применялись две основные процедуры: моделирование потенциальных сельскохозяйственных угодий с помощью *Site catchment analysis* и моделирование потенциальной экономической зоны вокруг поселения с помощью построения *полигонов Туссена*.

*Site catchment analysis* является одной из основных процедур в современной ландшафтной археологии (Wheatley, Gillings, 2002, p. 159–162). Существуют различные методы для моделирования потенциальной экономической округи вокруг древних поселений. Наиболее распространенный — построение окружностей с определенным радиусом, внутри которого выделяются различные зоны для хозяйственного использования. Этот метод был разработан адептами так называемого палеоэкономического направления в британской

археологии, возникшего в 1970–1980-х гг. (Jarman M.R., Vita-Finzi, Higgs, 1972; Higgs, 1977; Jarman H.N., Bay-Petersen, 1977; Early European Agriculture, 1982). Он применялся Г.Е. Афанасьевым для изучения потенциальных экономических территорий вокруг аланских поселений в бассейне Среднего Дона (Афанасьев, 1993, с. 118–122). Имеются многочисленные примеры использования данного метода в ГИС-анализе памятников археологии, некоторые из них можно найти в статье Г.П. Гарбузова (2007).

В настоящем исследовании принимаются основные параметры анализа экономик населения, занимающегося земледелием и оседлым скотоводством. В качестве радиуса расположения потенциальных пахотных угодий принимается расстояние в 1 км от поселения, пастбищных – в 5 км. Подобное ограничение сельскохозяйственной активности людей вокруг постоянного места обитания радиусом в 5 км соответствует временному лимиту в 1 час пути по пересеченной местности. Оно было продемонстрировано на широком этнологическом материале и послужило основой для дальнейшего моделирования зон экономической активности представителей разнообразных археологических культур (Higgs, 1977, p. 163–164; Jarman H.N., Bay-Petersen, 1977, p. 177–178; Early European Agriculture, 1982, p. 30, 32).

Точечные распределения могут также характеризоваться с помощью *полигонов Тиссена* (Thiessen polygons), называемых диаграммами Дирихле (Dirichlet diagrams) и диаграммами Вороного (Voronoi diagrams). Операция по созданию полигонов Тиссена представляет собой построение многоугольников вокруг точечных объектов. Граница каждого многоугольника проходит на середине расстояния между данной точкой и всеми соседними точками (Wheatley, Gillings, 2002, p. 149–151). В подобном случае каждая точка покрытия будет иметь свой собственный полигон Тиссена, показывающий область исключительно ее влияния (рис. 1, 2). Эту область при анализе археологического материала можно рассматривать как область потенциальной экономической зоны вокруг поселения (Афанасьев, Савенко, Коробов, 2004, с. 67–68).

Следует отметить, что широко распространенная процедура анализа территории вокруг археологических памятников путем построения полигонов Тиссена имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при использовании данного метода (см., например: Ruggles, Church, 1996, p. 147–173). Прежде всего если мы используем эту

процедуру без учета веса поселения, то у нас одинаковые по площади территории буду иметь рядовые мелкие поселения и крупные центры, в которых проживало большее количество населения и которые, соответственно, нуждались в большей по площади экономической зоне (Ruggles, Church, 1996. Fig. 7-1). Таким образом, при моделировании необходимо разделять объекты на обладающие большим и меньшим весом (площадью, количеством населения), что будет влиять на размер построенных вокруг них полигонов (Ruggles, Church, 1996. Fig. 7-4).

Другим отмеченным авторами цитируемой работы ограничением в использовании деления территории с помощью полигонов Тиссена стало отсутствие внешних границ по периметру анализируемой территории. В результате полигоны, расположенные по внешней стороне анализируемой карты, имеют непропорционально большие зоны влияния (Ruggles, Church, 1996. Fig. 7-1; рис. 1.-2). Это ограничение может быть преодолено, если задать максимальное расстояние до границы полигона от его центра (Ruggles, Church, 1996. Fig. 7-7; рис. 2.-2).

Наконец, один из главных недостатков метода Тиссена заключается в том, что территория рассматривается как двумерная плоскость и при ее делении не учитываются внутренние барьеры (например, глубокие каньоны рек), которые являются естественными границами. В программах ГИС можно преодолеть и это ограничение, если осуществлять построение полигонов Тиссена по так называемым маскам — специально созданным полигональным объектам, границами между которыми являлись бы внутренние территориальные барьеры. Практическая работа по адаптации методов ГИС для моделирования хозяйственного деления территории при помощи полигонов Тиссена была осуществлена автором на основе анализа поселенческих памятников Кисловодской котловины эпохи раннего средневековья. В результате использовались «маски» деления территории по границам течения основных рек, являющихся естественными границами внутри анализируемой территории, а зоны ответственности вокруг основных мест проживания ограничивались радиусом в 5 км (Коробов, 2008, рис. 16).

Рассмотрев особенности используемых данных и методических приемов, можно приступить к ГИС-моделированию потенциальной экономической зоны вокруг поселений аланского населения Кисловодской котловины с учетом ее разного хозяйственного исполь-



зования. В пользу последнего говорит комплексность хозяйства рассматриваемого населения, состоящего, по-видимому, в равных пропорциях из земледельческого и скотоводческого укладов, что установлено в ходе полевого обследования серии укрепленных поселений. Очевидно, что подобный тип хозяйствования был ведущим в горной зоне Северного Кавказа и сохранялся практически до конца XIX в., когда в результате политических и экономических преобразований нового времени осуществился отход горских народов от занятия земледелием в пользу отгонного скотоводства (Асиятлов, 1966, с. 347; Османов, 1990, с. 226).

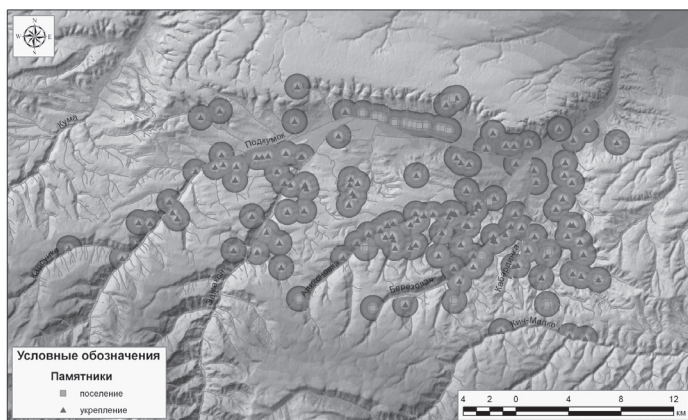
Первоначально были построены потенциальные экономические зоны в виде полигонов Тиссена вокруг укрепленных и неукрепленных поселений, используемых в анализе, внутри полигональных слоев-«масок». Всего использовалось семь подобных «масок», соответствующих семи микрорегионам Кисловодской котловины с естественными границами по каньонам основных рек — Подкумка, Эшкакона, Аликоновки, Березовой, Кабардинки, Кич-Малки и Карсунки (рис. 2.-1). В качестве ограничительного расстояния для полигонов Тиссена использовался радиус в 5 км как зона наиболее благоприятная для занятия земледелием и оседлым скотоводством (рис. 2.-2).

Построение полигонов Тиссена осуществляется с помощью процедуры Allocation модуля Spatial Analyst, при которой создается слой аналитического растра, имеющий разные значения для каждого полигона, образованного границами посередине расстояния между анализируемыми точечными объектами (поселениями). Был принят размер ячейки растра в 10 м, который устанавливался вручную для этого и всех последующих анализов. Данный размер позволяет анализировать площадь полученных полигонов, поскольку количество ячеек растра внутри каждого полигона соответствует количеству квадратов 10 x 10 м (одна сотка), а 100 таких ячеек образуют площадь в 1 га. Подсчет ячеек осуществляется автоматически программой ArcGIS при выводе информации об атрибутивной таблице слоя аналитического растра.

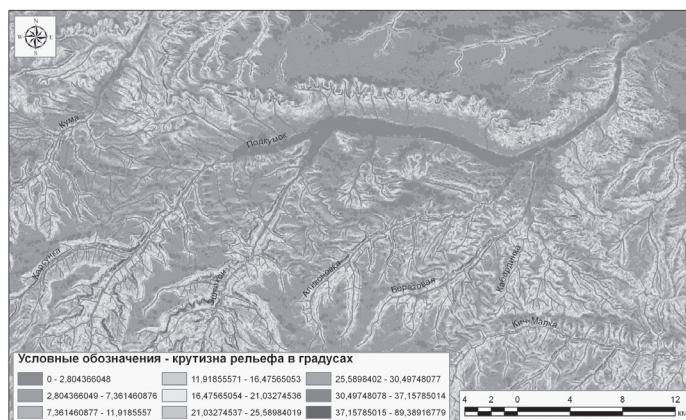
Следующим шагом стало моделирование потенциальных пахотных угодий для каждого поселения. Для выделения данных территорий использовалось два основных критерия: расстояние от поселения и степень крутизны рельефа. Эти факторы являются основными для определения ценности земельного участка по данным кавказской

этнографии. Практически у всех горских народов имеются разные категории пахотных земель в зависимости от близости расположения к месту обитания и от крутизны обрабатываемой поверхности. Наибольшей ценностью обладают ровные участки пригодной для обработки земли с хорошими почвами, расположенные вблизи от селения. У осетин, например, они носили название «мидгом-зæх» и высоко ценились. Участки же, находящиеся вдали от села и расположенные на крутых склонах (осет. «каæрон-зæх»), считались трудными для обработки и более дешевыми в цене (Кантария, 1989, с. 56–57, 67).

Исходя из упомянутых выше палеоэкономических реконструкций хозяйственной зоны оседлых земледельцев (Higgs, 1977, p. 163–164; Jarman H.N., Bay-Petersen, 1977, p. 177; Early European Agriculture, 1982, p. 30, 32), принимается максимальное расстояние в 1 км от поселения как наиболее вероятный радиус расположения пахотных угодий. Построенные радиальные зоны в 1 км вокруг поселений ограничивались внутренними барьерами — каньонами крупных рек — для получения более адекватной картины расположения пахотных участков (рис. 3.-1). Однако внутри каждой такой зоны могут находиться весьма разные по степени крутизны поверхности ландшафты. Проведенные палеопочвенные исследования потенциальных земледельческих зон вокруг укреплений эпохи раннего средневековья продемонстрировали, что наиболее вероятные участки аланского земледелия следует искать на ровных поверхностях с уклоном не более 10°. На основании данного предположения корректировались результаты моделирования. Для этого использовалась ЦМР Кисловодской котловины, о которой говорилось выше. Проводился анализ крутизны склонов, осуществлявшийся с помощью процедуры Slope модуля 3D Analyst. Результатом выполнения такой процедуры является карта с аналитическим растром, каждая ячейка которой размерами 10 x 10 м имеет информацию о степени крутизны рельефа в градусах от 0 до 90° (рис. 3.-2). Этот аналитический растровый слой был заново классифицирован с помощью соответствующего инструмента Reclassify модуля Spatial Analyst для получения информации об уклоне с шагом в 10°. В результате на карте было выделено девять классов рельефа (рис. 4.-1). Далее с помощью инструмента «Растровый калькулятор» (Raster Calculator) был отобран первый класс рельефа, уклон которого лежит в интервале 0–10° (рис. 4.-2). Затем полученные значения аналитического



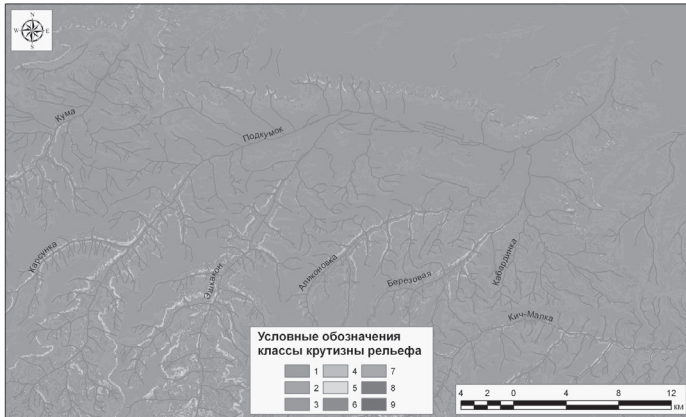
1



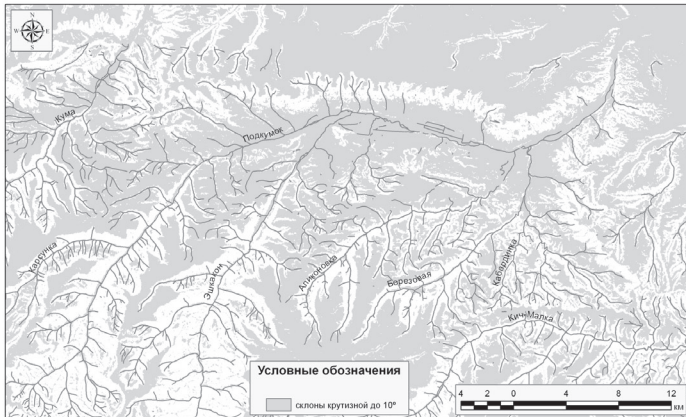
2

Рис. 3.

1 — результат вычисления расстояния в 1 км от поселений для моделирования зоны расположения пахотных угодий; 2 — результат анализа уклона (Slope) Кисловодской котловины, проведенный с помощью модуля 3D Analyst



1



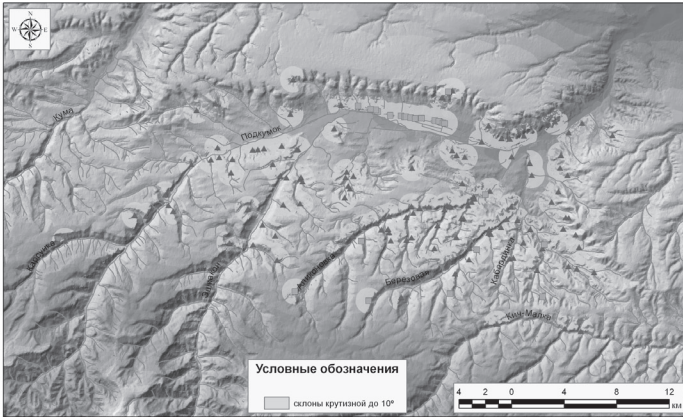
2

Рис. 4.

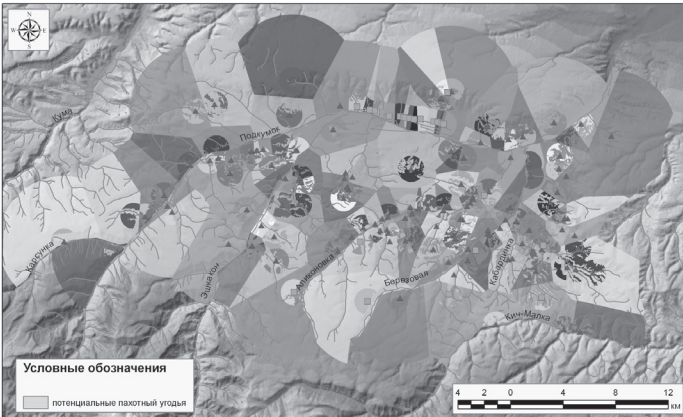
1 — результаты классификации слоя с информацией о крутизне склона с шагом в  $10^\circ$  (процедура Reclassify модуля Spatial Analyst); 2 — результаты построения карты с минимальным уклоном рельефа до  $10^\circ$  с помощью инструмента Raster Calculator

растрового слоя умножались на значения вычисленного расстояния в 1 км от поселений с помощью инструмента растрового калькулятора, для чего предварительно были построены слои с запросом данного расстояния в рамках каждого анализируемого микрорегиона. При операции умножения одного слоя аналитического растра на другой происходит их объединение с переносом информации из обоих слоев для каждой анализируемой ячейки. Таким образом, получается новый аналитический слой, в котором выделяются участки рельефа с крутизной менее  $10^\circ$ , лежащие на расстоянии 1 км от поселения (рис. 5.-1).

Выделенные зоны наиболее благоприятных для обработки относительно ровных поверхностей, отображенные на рисунке 5.-1, лежат в пределах 1 км от поселения. Однако на практике граница между потенциальными экономическими зонами может проходить на более близком расстоянии, поэтому данные виды информации также нуждаются в объединении. С помощью процедуры умножения растровых слоев с построенными полигонами Тиссена на полученные слои с отображением потенциальных пахотных угодий, лежащих в радиусе 1 км от поселений, получаем карты вероятных пахотных угодий каждого поселения, лежащих в пределах выделенных хозяйственных территорий (рис. 5.-2). Количество ячеек размерами 10 x 10 м, отнесенных к каждому поселению, позволяет оценить размеры потенциальных пахотных земель для каждого из них. Если предположить, что остальная территория, относящаяся к поселению, использовалась под выпасы и сенокосы, то путем вычитания из размеров общей территории площади пахотных угодий получим величину потенциальных пастбищных угодий в рамках хозяйственной зоны каждого рассматриваемого поселения. Разумеется, данный анализ является достаточно обобщенным и не учитывает ценность пастбищ и сенокосов, которая также зависит от близости расположения к поселению и степени пересеченности рельефа. Однако, по сведениям кавказской этнографии, известно, что под выпасы, как правило, использовалась территория, не занятая пашнями, на небольшом расстоянии от поселения (Калоев, 1993, с. 68–69, 104–105). Сенокосы старались располагать ближе в связи со сложностями транспортировки сена (Шаманов, 1972, с. 73). Однако известно, что горцами выкашивались самые неудобные склоны, и сено доставлялось из весьма труднодоступных мест (Калоев, 1993, с. 112–113), поэтому обобщенный анализ всей территории



1



2

Рис. 5.

1 — результаты умножения растровых слоев с расстоянием в 1 км от поселения и минимальным уклоном рельефа; 2 — результаты умножения растровых слоев с потенциальными пахотными угодьями, лежащими на расстоянии 1 км от поселений, на слои с выделенными хозяйственными территориями этих поселений (полигонами Тиссена)

хозяйственной зоны, потенциально не используемой для земледелия, в качестве пастбищ и сенокосов представляется оправданным. Этому имеются аналогии в системах хозяйствования рассматриваемого времени, упоминаемые в зарубежных исследованиях. В частности, в Северной Европе с III–IV вв. утверждается система земледользования с разделением территорий на внутренние (ближние к поселению) и внешние (дальние) поля, первые из которых используются в качестве пашен, а вторые — как пастбища и сенокосы (Hedeager, 1992, p. 205; Thurston, 2001, p. 98; Fowler, 2002, p. 217).

Таким образом, в результате моделирования мы имеем потенциальные хозяйственные зоны, расположенные вокруг каждого поселения, внутри которых выделяются пахотные и пастбищно-сенокосные угодья. Какому количеству населения могут соответствовать подобные площади пахотных земель? Согласно мнению швейцарской исследовательницы Р. Эберсбах, количество пахотных угодий на душу населения при разных системах хозяйствования варьирует от 0,1 до 0,5 га. Наименьшие пахотные угодья наблюдаются при наиболее интенсивных системах земледелия, устроенных в сложных ландшафтных условиях, например, в горах, где применяется искусственное террасирование и орошение. В подобных условиях на человека приходится около 0,15 га пахотных земель. Максимальное их количество наблюдается в так называемых открытых системах, имеющих практически неограниченные пространства для сельскохозяйственного освоения. Очевидно, наиболее адекватной рассматриваемым материалам будет так называемая закрытая система, представляющая собой небольшие поселения хуторского типа с ограниченными ресурсами, расположенными в непосредственной близости к месту проживания. Для таких систем рассчитанная площадь пахотных угодий на душу населения составляет около 0,39 га (Ebersbach, 2007, s. 43–46).

Эти данные в целом соотносятся с материалами кавказской этнографии. Так, по сведениям конца XIX в., на одну взрослую душу мужского пола на равнине приходилось разное количество земли у разных народов: по 21 десятина у казаков, 8,37 дес. у кабардинцев и 5,2 дес. у плоскостных осетин. В горах население испытывало острый земельный голод: максимальное количество пахотных земель наблюдалось у ингушей (4,3 дес. на душу мужского пола) и чеченцев (4,1 дес.). Гораздо меньше земли было в Карачае, Балкарии и горной Осетии — здесь на душу населения приходилось от 0,2 до 0,9 дес. (Калоев, 1981, с. 37–38).

Оригинальные подсчеты пахотных угодий населения раннего средневековья содержатся в работе М.С. Гаджиева, посвященной земледелию Кавказской Албании. Автор, основываясь на расчетах объемов зерновых ям и средней урожайности зерновых культур, приходит к выводу, что в одной яме, принадлежавшей отдельной семье, находился урожай с участка в 0,68–0,75 га. Учитывая присутствие нескольких зерновых ям в пределах семейных построек на поселениях Кавказской Албании, М.С. Гаджиев предполагает, что семья в III–V вв. могла владеть участком в несколько гектаров (Гаджиев, 2000, с. 339–340).

Количество необходимых для прокорма пахотных угодий напрямую зависит от системы землепользования. Так, при экстенсивном земледелии в виде залежно-переложной системы на одно хозяйство требуется от 6 до 8 дес. пахотных земель и столько же подлуга и выгоны. При трехпольной системе количество используемых территорий сокращается в два раза (Шеуджен и др., 2001, с. 128–129). У нас отсутствуют сведения о системе землепользования алан Кисловодской котловины в рассматриваемый период. Предполагается, что переход к двуполью и трехполью был осуществлен в предгорной зоне средневековой Алании в X–XI вв. (Тургиев, 1968, с. 264). Есть точка зрения на залежно-переложный характер аланского земледелия на равнине и в предгорьях в X–XII вв. (Кузнецов, 1971, с. 68). Очевидно, подтвердить или опровергнуть эти гипотезы можно лишь основываясь на данных естественно-научных анализов макроботанических остатков, позволяющих выделить озимые и яровые культуры, что представляется одной из насущных задач будущих исследований. Однако уже сейчас можно привести аргументы в пользу того, что система земледелия алан в раннем средневековье была интенсивной. Это прежде всего данные о внесении удобрений на земельные участки, что является характерным признаком интенсивного земледелия (Тургиев, 1968, с. 265; Краснов, 1971, с. 63; Калоев, 1981, с. 20), а отсутствие удобрений, в свою очередь — признаком залежно-переложной системы (Шеуджен и др., 2001, с. 125). В пользу версии о внесении удобрений на пахотные угодья говорит большое количество керамики, найденной в почвенных разрезах, при отсутствии признаков культурного слоя и костей животных. Очевидно, керамика попадала в почвенный слой вместе с навозом. Косвенным аргументом в пользу накопления навоза для удобрений может служить выделение специальных построек для содержания скота (Шенников,



1968, с. 103; Османов, 1990, с. 66), о чем говорят результаты анализа уреазной активности почв, полученные из образцов, взятых внутри некоторых построек. Далее, о внесении навоза свидетельствуют результаты повышенного содержания фосфатов (Thurston, 2001, p. 186, 205), которые зафиксированы в некоторых почвенных разрезах на потенциальных участках аланского земледелия. Таким образом, можно предполагать существование двупольной системы у алан Кисловодской котловины в эпоху раннего средневековья, замененной на трехполье в X–XIII вв. В это же время осуществляется переход с двупольной на трехпольную систему у некоторых других европейских народов рассматриваемого периода: он фиксируется на протяжении IX–X вв. в Скандинавии и Южной Германии (Schwarz, 1989, band 1, s. 234; Thurston, 2001, p. 101), тогда как само появление трехпольной системы в Древнем Риме относится к гораздо более раннему времени — рубежу I в. до н.э. — I в. н.э. Таким образом, данный тип землепользования характеризует европейское земледелие на протяжении почти полутора тысяч лет, вплоть до середины XVIII в. (Шеуджен и др., 2001, с. 162).

Подытоживая вышесказанное, можно принять за основу огрубленные размеры пахотного надела на душу населения Кисловодской котловины эпохи раннего средневековья в 0,5 га. На одно хозяйство, представляющее собой усредненную семью, состоящую из 5–6 человек, таким образом, может приходиться надел в 2,5–3,0 га. Если принять за гипотезу существование двупольной системы в рассматриваемую эпоху, то для поддержания плодородия сельскохозяйственных участков их площадь должна быть в два раза больше и занимать около 5–6 га на одно семейное хозяйство.

Нетрудно подсчитать, таким образом, количество населения, которое могли прокормить потенциальные пахотные угодья, выделенные вокруг поселений каждого микрорегиона по результатам ГИС-моделирования. Расчеты продемонстрировали, что большинство анализируемых поселений обладают пахотными угодьями, способными поддерживать население из 5–20 семей, т.е. относительно небольшие коллективы в 25–100 человек. Общая численность населения Кисловодской котловины в эпоху раннего средневековья, согласно проведенному моделированию, могла насчитывать порядка 2300 семейств, что составляет чуть более 10 тыс. человек. При этом следует учесть, что *предполагаемое* количество семей, которое могло иметь достаточное количество сельскохозяйственных про-

дуктов с окрестных пахотных угодий, не является *реальным* количеством населения, проживавшим на указанных памятниках. Для подобных расчетов потребуется гораздо больше аргументов, которые можно получить при более детальных исследованиях, прежде всего при широкомасштабных раскопках. Однако на данном этапе важно подчеркнуть размерность поселений как мест обитания небольших общин, состоящих из 5–20 семейств и, возможно, связанных кровнородственными узами. Такой тип родственных связей, получивших название патронимических, давно известен на Северном Кавказе (Косвен, 1936), а его характерность для аланского общества эпохи раннего средневековья уже нашла свое подтверждение в работах предшественников (Афанасьев, 1978). Любопытно, что, рассчитывая примерную численность аланского поселка V–VIII вв. по данным погребального обряда, Г.Е. Афанасьев (1979, с. 13) пришел к аналогичным выводам о доминировании поселений с численностью в 20–80 человек.

Проведенное моделирование, безусловно, не претендует на окончательное решение вопроса о расчетах населения, проживавшего на укреплениях эпохи раннего средневековья, или о точном подсчете их пахотных и пастбищных угодий. Вряд ли мы сможем при существующем уровне наших знаний существенно уточнить полученную весьма приблизительную картину. Представляется важным в первом приближении продемонстрировать, во-первых, что в V–VIII вв. подавляющее большинство поселений Кисловодской котловины населялось небольшими коллективами, скорее всего представлявшими собой патронимические общины из 5–20 семей. Во-вторых, практически каждая из этих общин обладала необходимой хозяйственной территорией, способной давать сельскохозяйственную продукцию в виде зерновых культур и мяса/молока в нужном для автономного существования количестве. Социальные аспекты дальнейшего употребления и перераспределения этих продуктов остаются за рамками настоящей работы. Наконец, в-третьих, устанавливается соответствие результатов проведенного моделирования с другими палеоэкономическими моделями, а также данными кавказской этнографии, что говорит в пользу адекватности выбранного метода. Будущие более детальные исследования поселенческих памятников алан Кисловодской котловины эпохи раннего средневековья позволят уточнить полученные выводы, представляющиеся автору отражающими основные тенденции в хозяйственной жизни изучаемого населения.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

- АГИС – археолого-географические информационные системы  
КЭС – Кавказский этнографический сборник  
МИА – Материалы и исследования по археологии СССР  
СЭ – Советская этнография

## **Библиографический список**

Асиятилов С. Хуторская система и формы ведения животноводства у аварцев в XIX — начале XX вв. // Ученые записки Института истории языка и литературы им. Г. Цадасы. Махачкала, 1966. Т. XVI.

Афанасьев Г.Е. Патронимия у алан (к постановке проблемы) // Социальные отношения у народов Северного Кавказа. Орджоникидзе, 1978.

Афанасьев Г.Е. Донские аланы. Социальные структуры алано-ассо-буртасского населения бассейна Среднего Дона. М., 1993.

Афанасьев Г.Е., Рунич А.П. Мокрая Балка. Вып. 1: Дневник раскопок. М., 2001.

Афанасьев Г.Е., Савенко С.Н., Коробов Д.С. Древности Кисловодской котловины. М., 2004.

Гаджиев М.С. К изучению земледелия Кавказской Албании // Проблемы истории, филологии и культуры. М.; Магнитогорск, 2000. Вып. VIII.

Гарбузов Г.П. Археология ландшафта и геоинформатика: теоретические аспекты взаимоотношений // Археология и геоинформатика. М., 2007. Вып. 4.

Калоев Б.А. Земледелие народов Северного Кавказа. М., 1981.

Калоев Б.А. Скотоводство народов Северного Кавказа с древнейших времен до начала XX века. М., 1993.

Кантария М.В. Экологические аспекты традиционной хозяйственной культуры народов Северного Кавказа. Тбилиси, 1989.

Ковалевская В.Б. Кавказ и аланы. Века и народы. М., 1984.

Коробов Д.С. Применение методов пространственного анализа при изучении системы расселения алан Кисловодской котловины // Археология и геоинформатика. М., 2008. Вып. 5.

Косвен М.О. Из истории родового строя в Юго-Осетии // СЭ. 1936. №2.

Краснов Ю.А. Раннее земледелие и животноводство в лесной полосе Восточной Европы. М., 1971.

Кузнецов В.А. Аланские племена Северного Кавказа // 1962. МИА. №106.

Кузнецов В.А. Алания в X–XIII вв. Орджоникидзе, 1971.

Османов М.-З.О. Формы традиционного скотоводства народов Дагестана в XIX — начале XX в. М., 1990.

Тургиев Т.Б. О земледелии у алан // Ученые записки Северо-Осетинского государственного педагогического института им. К. Хетагурова. Орджоникидзе, 1968. Т. 28, вып. 2.

Шаманов И.М. Скотоводство и хозяйственный быт карачаевцев в XIX — начале XX в. // КЭС. 1972. Вып. 5.

Шенников А.А. Распространение животноводческих построек у народов Европейской России (к дискуссии об агроэтнографии) // СЭ. 1968. №6.

Шеуджен А.Х., Харитонов Е.М., Галкин Г.А., Тхакушинов А.К. Зарождение и развитие земледелия на Северном Кавказе. Майкоп, 2001.

Early European Agriculture. Cambridge, 1982.

Ebersbach R. Glückliche Milch von glücklichen Kühen? Zur Bedeutung der Rinderhaltung in (neolithischen) Wirtschaftssystemen // Beiträge zum Göttinger Umwelthistorischen Kolloquium 2004–2006. Göttingen, 2007.

Fowler P. Farming in the First Millenium AD. Cambridge, 2002.

Jarman H.N., Bay-Petersen J.L. Agriculture in prehistoric Europe — the lowlands // The Early History of Agriculture. Oxford, 1977.

Jarman M.R., Vita-Finzi C., Higgs E.S. Site catchment analysis in archaeology // Man, Settlement and Urbanism. London, 1972.

Hedeager L. Iron-Age Societies. From Tribe to State in Northern Europe, 500 BC to 700 AD. Translated by J. Hines. Oxford., 1992.

Higgs E.S. The history of European agriculture — the uplands // The Early History of Agriculture. Oxford, 1977.

Ruggles A., Church R. Spatial Allocation in Archaeology: An Opportunity for Reevaluation // New Methods, Old Problems. Geographic Information Systems in Modern Archaeological Research. Illinois, 1996.

Schwarz K. Archäologisch-topographische Studien zur Geschichte frühmittelalterlicher Fernwege und Ackerfluren im Alpenvorland zwischen Isar, Inn und Chimsee. Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege. Kallmünz, 1989. Band 45.

Thurston T.L. Landscapes of Power, Landscapes of Conflict. State Formation in the South Scandinavian Iron Age. New York, 2001.

Wheatley D., Gillings M. Spatial Technology and Archaeology. The archaeological applications of GIS. London; New York., 2002.

# Информационные системы и базы данных

---

---

*В.Ю. Афиани,  
Е.В. Злобин*

## Проблемы информатизации Архива Российской академии наук

Архиву Российской академии наук и академическому архивному делу исполнилось 280 лет. Дата не совсем круглая, но тем не менее знаменательная и располагающая к осмыслению пройденного пути. За прошедшие почти три века архив из небольшого структурного подразделения при академическом руководящем органе (в XVIII в. это была Конференция) стал самостоятельным академическим учреждением.

Архив РАН — одно из старейших и крупнейших хранилищ научной документации в мире, освещающей историю Академии наук, развитие различных наук в широком диапазоне: от естественных до гуманитарных. В Архиве РАН в Москве и в его Санкт-Петербургском филиале насчитывается около 1 млн. единиц хранения, более 1700 фондов, из них — 1100 личных фондов президентов РАН, академиков и других выдающихся российских ученых, например архивы М.В. Ломоносова и В.И. Вернадского. В Архиве РАН хранится немало документов и даже архивов выдающихся зарубежных ученых. Так, в Санкт-Петербургском филиале хранится архив Иоганна Кеплера, а в Москве — автографы Альберта Эйнштейна. Сохранился большой документальный комплекс русских научных экспедиций начиная с XVIII в., в числе которых архив совместной Русско-шведской экспедиции на Шпицберген в 20-х гг. прошлого столетия.

Главная особенность Архива РАН в том, что он *комплексное полифункциональное* учреждение. Архив соединяет функции крупнейшего в России хранилища научной документации, головного Архива РАН в системе академических архивов и научно-исследовательского института. Архив проводит научное описание и разработку архивных фондов и их изучение в интересах отечественной науки и культуры, разрабатывает фундаментальные проблемы истории Академии наук и науки в целом, объединяя исследования в области общественных наук с исследованиями, тесно связанными с естественными науками (их использование в консервации и реставрации документов), теоретические, фундаментальные исследования с прикладными разработками в области архивоведения, источниковедения, истории науки и с практической работой в этой области.

В связи с этим Архив РАН должен развиваться как информационный центр, широко применяющий современное компьютерное оборудование и информационные технологии для хранения и использования научной, научно-организационной и иной документации, создаваемой в процессе деятельности Общего собрания, Президиума и других руководящих органов РАН, учреждений, организаций и действительных членов РАН. В его задачи архива входит также расширение хранения документации на нетрадиционных носителях, электронных документов (фото-, кино- аудио-, видео- и электронных), использование методов инициативного документирования истории РАН и истории науки (аудиовизуальная антропология), расширение работ по созданию информационно-поисковых средств, использование документов с помощью СМИ и Интернета, внутриакадемических сетей.

В архиве должна концентрироваться информация о составе и содержании той части Архивного фонда РАН, которая находится на постоянном и временном хранении в академических учреждениях и организациях, о комплексах документов, относящихся к деятельности Академии наук, хранящихся в других отечественных и зарубежных архивах, предоставление ее различным категориям пользователей в режиме on-line.

Развитие Архива РАН должно строиться только на основе одно-временного развития и информатизации его обособленных структурных подразделений – Санкт-Петербургского филиала Архива РАН (далее — СПбФ) и Отдела страховых документальных фондов Архива РАН (пос. Борок Ярославской обл.) (далее — ОСДФ).

В XX столетии сформировалась обширная сеть академических архивов разного уровня, которая насчитывает 26 самостоятельных научных архивов региональных отделений и научных центров РАН, а также научно-отраслевых архивов, осуществляющих постоянное хранение документов и уникальных коллекций рукописей. В структуре РАН имеется также сеть текущих архивов академических учреждений для временного хранения документов.

Масштабы и задачи работы Архива РАН и архивной деятельности в Академии наук ставят сложные проблемы в области информатизации Архива РАН<sup>1</sup> и архивной академической отрасли в целом. С целью их решения в Архиве РАН Ученым советом разработаны и утверждены Концепция и Перспективная программа развития Архива РАН на 2005–2015 гг., отдельный раздел которой посвящен проблемам информатизации архива. В 2006–2007 гг. проведено исследование «Перспективы развития информатизации хранения документов Архивного фонда РАН»<sup>2</sup>. На основе подготовленного анализа и отчета по проблеме разрабатывается специальная Программа информатизации архива<sup>3</sup>.

Перед Архивом стоят задачи информатизации всех основных направлений нашей работы, а именно:

- комплектование фондов документами академических учреждений, комплектование личных фондов ученых;
- учет документов и создание научно-справочного аппарата; обеспечение сохранности документов;
- научное описание документов; их изучение и публикация;
- разработка истории Академии наук, истории отечественной и зарубежной науки; использование документов, включая обеспечение Президиума РАН и академических учреждений, а также граждан ретроспективной социально-правовой информацией;
- предоставление документов исследователям в читальном зале архива;
- выставочная деятельность.

Архив РАН, как и федеральные государственные архивы, уже прошел *первый этап информатизации*, когда главной задачей было приобретение и освоение компьютерной техники, программного обеспечения, создание отдельных баз данных. На этом пути у академических архивов имеются свои дополнительные сложности. В отличие от федеральных, архивам РАН не выделяется бюджетное финансирование для информатизации, и она проводится за счет

собственных средств, поступлений от различных отечественных и зарубежных грантов.

В ходе первого этапа информатизации были оборудованы рабочие места сотрудников Архива РАН, создано специализированное программное обеспечение — программа «Архивариус»<sup>4</sup>, позволяющее формировать электронные каталоги отдельных массивов архивных документов.

На этом этапе были предприняты попытки использования программы «Архивный фонд» Федеральной архивной службы РФ, получившей широкое распространение в федеральных, региональных, государственных и муниципальных архивах<sup>5</sup>. Однако в ней не учитывалась специфика академических фондов<sup>6</sup>, поэтому от ее использования и внедрения пришлось отказаться. Другим недостатком тиражируемых в архивной отрасли (и близких ей, например музейной) программ является перенос центра тяжести на учет и хранение. Они мало приспособлены для эффективного представления информации по запросам, что является важной задачей академических учреждений.

В 1999–2003 гг. на основе фондов и коллекций Архива РАН был создан ряд баз данных. Пример подобной разработки — тексто-графическая база данных по персональному составу РАН, которая была разработана с использованием программного обеспечения, созданного в Институте проблем передачи информации (ИППИ) РАН. Сотрудниками ИППИ разработана оригинальная программная оболочка тексто-графической базы данных, которая содержит историческую и персональную информацию о членах Российской академии с 1724 г. Имеется вариант базы на английском языке.

В ходе проведения работ впервые в практике архивов Академии были выполнены оцифровка и последующая цифровая реставрация свыше 7 тысяч черно-белых и цветных негативов, фотоснимков разной степени сохранности, гравюр, живописных портретов и других графических материалов из фондов архива, а также из частных собраний<sup>7</sup>. Благодаря разработанным оригинальным алгоритмам цифровой реставрации и программному обеспечению для обработки изображений вся работа была выполнена меньше чем за полгода. Пример одной из заготовленных типовых форм для работы пользователей с цифровым архивом представлен на рисунке 1. База данных внесена в Государственный регистр баз данных и периодически актуализируется. Первичный цифровой архив сопровождается сотруд-





качество графических изображений остается приемлемым для визуального просмотра на дисплее, но недостаточно высоким для печатных публикаций и коммерческого использования.

В Архиве РАН в этот период была создана также база данных по фонду «Коммунистической академии»<sup>11</sup> и материалам коллекции медалей (академических наград и др.). Эти базы были созданы с использованием различного программного обеспечения и не позволяли решать задачи многоаспектного поиска документной информации по истории российской науки. В настоящее время они конвертированы в базу данных «Учет и каталог» информационной системы «Архив РАН».

В СПБФ в указанный период также развивались работы в области информатизации. В частности, Лаборатория консервации и реставрации документов филиала принимала активное участие в реализации крупного совместного международного проекта создания базы данных водяных знаков на бумаге документов эпохи Средневековья совместно с голландскими и австрийскими исследователями, Комиссией (Институтом) визуализации Австрийской академии наук и Комиссией (институтом) палеографии и кодикологии средневековых рукописей Австрийской академии<sup>12</sup>.

В настоящее время в Архиве РАН реализуется *второй этап* информатизации, в ходе которого решаются более сложные задачи, а также продолжается реализация проектов, начатых ранее.

Главная из них — создание единого информационного пространства архива на базе уже существовавших и вновь создаваемых элементов информационной системы (ИС АРАН). В дальнейшем ИС АРАН планируется интегрировать в Единую научное информационное пространство (ЕНИП) РАН — в Единую информационную систему РАН (ЕИС РАН) — с целью обеспечения возможности предоставления более широкого доступа членам академического сообщества и зарубежным ученым к Архивному фонду Российской академии наук.

Архив РАН принимает все более активное участие в создании единой информационной системы РАН в разделах формирования научных и административных ресурсов в рамках целевой программы Президиума РАН «Информатизация научных учреждений и Президиума РАН».

Работа ведется на основе нескольких независимых локальных сетей, созданных в АРАН. Это сеть непосредственно архива<sup>13</sup> и СПБФ, которая в свою очередь состоит из двух частей: локальной сети

Санкт-Петербургского научного центра РАН (СПб НЦ РАН) с прямым подключением к серверу СПб НЦ РАН через выделенный коммутатор<sup>14</sup> и сети в главном здании филиала, включающей сервер, настроенный как ДНСР-маршрутизатор. К зданию научного центра подведена оптоволоконная линия, соединенная с локальной сетью филиала и академической/университетской сетью<sup>15</sup>.

ОСДФ АРАН включен в локальную сеть Института биологии внутренних вод (ИБВВ) РАН<sup>16</sup>. В отделе есть электронная почта, внутренний почтовый сервер.

Важной составной частью второго этапа информатизации Архива РАН является создание программного комплекса Архива РАН, *многофункциональной базы данных*.

В соответствии с целевыми программами Президиума РАН и Отделения историко-филологических наук РАН по информатизации в 2005 г. архив начал работу по созданию многофункциональной базы данных «Архив РАН» на базе собственного программного обеспечения.

При выборе архитектуры *многофункциональной базы данных* учитывалась необходимость обеспечения функций учета документов, а также создания и ведения электронного каталога, постоянно пополняемого новыми массивами данных. Были предприняты усилия для создания программного обеспечения с учетом нашей специфики. Программа «Архив РАН» разрабатывалась для ведения многофункциональной базы данных. Создана с помощью методов экстремального программирования в среде Delphi 7.0<sup>17</sup>. На уровне интерфейса одной из главных форм программы положен многоуровневый принцип структуры данных. Программа «Архив РАН» обеспечивает работу с тремя составляющими общей базы данных, которые соответствуют трем направлениям в работе Архива: — «Учет», «Комплектование», «Каталог». Основной рабочий экран базы представлен на рисунке 2.

Все разделы БД имеют функции поиска и фильтра, статистику и формы отчетов — итоговых документов, которые в готовом виде можно выводить на печать. На сегодняшний день такой список отчетов составляет более 15 вариантов (полный список фондов Архива РАН; отдельные списки фондов, хранящихся в Москве и Санкт-Петербурге; списки фондов по категориям; список фондов, имеющих страховые копии; полный реестр описей Архива; опись любого из фондов, прошедших информационную обработку; списки

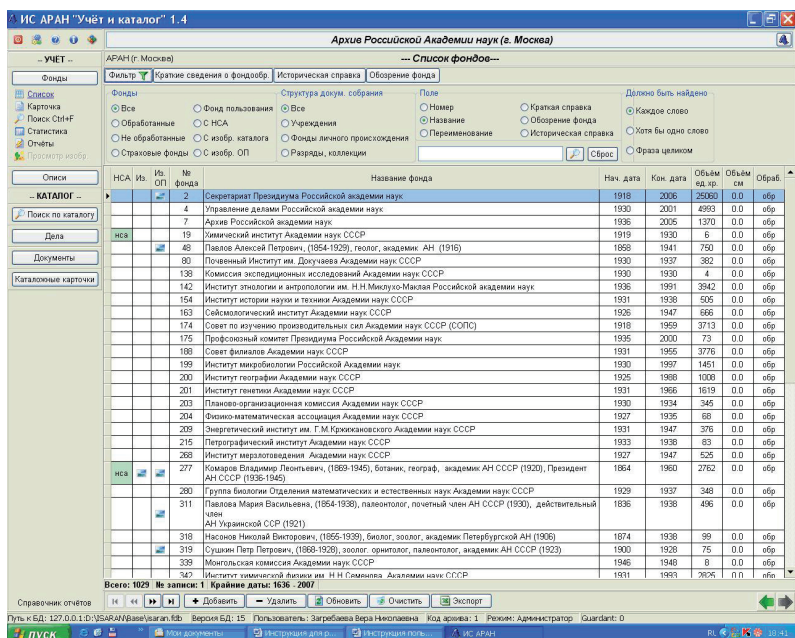


Рис. 2. Список фондов архива в БД АРАН

учреждений-источников комплектования целиком и по группам; список лиц — потенциальных источников комплектования Архива; перечень отобранных в электронном каталоге записей, редуцированных по условиям запроса и т.д.). Этот перечень может быть расширен в связи с постановкой новых задач. Предусмотрена возможность работы с изображениями — отсканированными документами, фотографиями, рисунками и др. В перспективе планируется создание полнотекстовой БД с использованием программ распознавания текстов.

Ведение БД «Архив РАН» не требует специального администрирования; поисковые образы не привязаны к классификаторам, словарям или рубрикатарам. Запрос осуществляется по ключевым словам. В «Каталоге» БД «Архив РАН» предусмотрена возможность поиска по заголовкам дел из архивных описей, введенных в базу данных, и по всему каталогу на разных уровнях «фонд»—«опись»—«дело»—«документ». Программа позволяет вести традиционную

архивную каталогизацию. В настоящее время в базу данных внесены краткие биографические данные обо всех членах Академии (4955 человек), их портреты (иногда по несколько изображений), сведения о современном персональном составе и организационной структуре РАН, присуждаемых Академией наградах, а также об ученых, их удостоенных. При заполнении базы, помимо документов архива, используется и дополнительная информация.

При формировании электронного каталога программным обеспечением предусмотрена возможность подключения новых описей фондов личного происхождения и описей документов академических учреждений к основному массиву БД. Для этой цели разработан отдельный программный модуль «Турег», совместимый с базой. В перспективе планируется внедрение этого модуля в системе академических учреждений – источников комплектования Архива РАН.

Информационное сопровождение архивных фондов ведется в форме обзоров и кратких сведений о фондообразователях. Перспективной задачей использования базы данных является создание фотогалереи президентов РАН на основе их личных фондов и фотоколлекций с возможностью предварительного просмотра в базе данных. Отдельные фрагменты базы данных в настоящее время выложены на сайте Архива.

Базы данных создаются также в СПбФ. В рамках подготовки к 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова филиал провел комплекс работ по созданию электронного каталога рукописей на основе хранящегося в филиале архива великого ученого. В ОСДФ АРАН ведется работа по оцифровке архивных документов с использованием созданных в отделе микрокопий документов фондов для создания фонда пользования<sup>18</sup>.

Архив РАН представлен в Интернете несколькими сайтами. СПбФ АРАН имеет свой сайт на собственном Web-сервере с постоянным IP-адресом. В 2004 г. был разработан сайт «Архивы Российской академии наук»<sup>19</sup>. С 2006 г. запущена вторая версия сайта<sup>20</sup>. При разработке сайта были учтены проведенные исследования как российского, так и зарубежного архивного сегмента Интернет<sup>21</sup>. Сайт находится на сервере внешнего провайдера в делегированном домене с возможностью редактирования сайта через Интернет, а также с компьютера программиста. Сайт позиционируется как общеакадемический, на нем предусмотрено размещение информации о фи-

лиалах Архива РАН и академических архивах, осуществляющих постоянное хранение документов.

Основные рубрики сайта — *Архив РАН, Архивы РАН, Проекты, Выставки, Новост*и — являются типовыми для такого рода сайтов. Научно-справочный аппарат к документальным комплексам Архива РАН размещен в подразделе «Информационная система Архива РАН», в который включены следующие блоки: список фондов Архива РАН (Москва); список фондов Санкт-Петербургского филиала Архива РАН (Санкт-Петербург); поиск фонда по списку; структура электронного каталога; поиск по каталогу.

На сайте размещена информация об Архиве РАН, структура, нормативная документация, информация о фондах хранения Архива РАН с возможностью через авторизацию на сайте посмотреть опись фондов Архива РАН. На сайте размещены опубликованные «Обозрения архивных материалов» — своего рода путеводитель по Архиву в 8 выпусках, часть которых силами студентов Историко-архивного института была оцифрована<sup>22</sup>. Первый том, опубликованный в 1933 г., содержал описание основных фондов, хранившихся к тому времени в Архиве АН СССР, и давно стал библиографической редкостью.

На сайте представлена тематика научных работ сотрудников, опубликованы их статьи. Здесь также размещены виртуальные выставки, новости Архива РАН, в том числе о проводимых выставках, конференциях, контактная информация об Архиве РАН, специализированная программа «Turget», информация о проводимых архивом конкурсах на осуществление подрядных работ и др. Имеются ссылки на порталы РАН и «Архивы России» (Росархив), сайт «Открытый архив», где есть информация о СПбФ, об обособленном отделе — ОСДФ АРАН. На домене архива организована электронная почта с использованием почтовых серверов провайдера с возможностью администрирования<sup>23</sup>.

Одна из особенностей сайта — наличие раздела «Выставки», который пока еще является редким для архивных сайтов. В нем размещаются виртуальные выставки архивных документов, как подготовленные на базе традиционных выставок, проводимых архивом, так и не имеющие традиционных аналогов, специально подготовленные только для размещения на сайте<sup>24</sup>.

В рамках задач вхождения в ЕИС РАН архив активно размещает оцифрованные коллекции документов из своих фондов на портале

**Фонды АРАН, доступные на портале РАН**

<b>ФИО ученого</b>	<b>№ фонда</b>	<b>Число листов</b>	<b>% от фонда</b>	<b>Объём, Гб</b>
Морозов Н.А.	543	135746	100	47,2
Вернадский В.И.	518	136302	30	5,16
Вавилов С.И.	596	13375	20	0,6
Комаров Л.В.	277	33241	80	8,5
Циолковский К.Э.	555	31680	100	10
Всего фондов	5	350344		71,46

«Российская академия наук». ОСДФ АРАН в 2003–2008 гг. разместил на портале РАН базы данных на основе описей личных фондов и графические образы документов из фондов известных российских ученых, академиков С.И. Вавилова, В.И. Вернадского, В.Л. Комарова, ученого и мыслителя К.Э. Циолковского, почетного академика Н.А. Морозова (см. табл. 1). Электронные версии их личных архивов дают возможность свободного ознакомления с образами сканированных документов. Архив РАН стал одним из первых в архивной отрасли РФ, обеспечившим полный свободный дистанционный доступ к нескольким из своих фондов. Качество оцифровки документов и размещение информации на портале позволяют решать не только ознакомительные, но и исследовательские задачи. К примеру, на портале РАН размещена цифровая копия так называемой объяснительной записки из фонда Н.А. Морозова по поводу его контактов с Н.И. Бухариным по введению 6-дневной рабочей недели (рис. 3). Рукописный текст автора прочитывается достаточно разборчиво и позволяет уточнить датировку документа.

На портале РАН размещается также информация о выставках Архива РАН — фоторепортажи, включая воспроизведения печатных изданий, подготовленных к выставкам, таких, например, как альбом-каталог «Музы в храме науки» (к 280-летию Архива РАН).

Архив РАН, СПбФ АРАН и ОСДФ АРАН активно участвуют в реализации общеакадемического проекта по созданию информационной системы «Электронная библиотека “Научное наследие России”». Первоначально в программе приняли участие филиалы

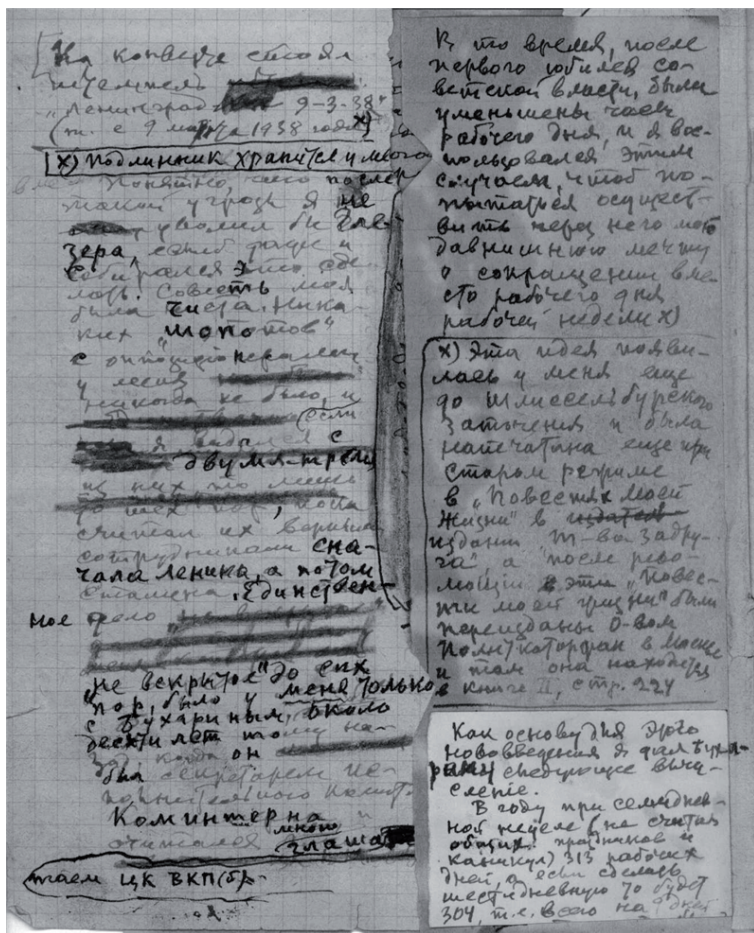


Рис. 3. Объяснительная записка Н.А. Морозова  
о контактах с Н.И. Бухариным

архива. Ведется оцифровка опубликованных ранее для служебного пользования протоколов заседаний Конференции и других руководящих органов Академии с XVIII в. по 1929 г., редких изданий, хранящихся в фондах архива, архивных документов из фондов ученых, дополнение текстовой информации, которая размещена в Интернете в рамках этой библиотеки, графической.



Важное направление проводимой архивом работы — оцифровка научно-справочного аппарата, включая описи, а также наиболее ценные архивные документы. В Архиве РАН имеется пять специализированных рабочих мест, оборудованных сканерами с необходимым программным обеспечением Adobe. Реализована возможность сканирования документов прямо в базу данных «Архив РАН» с использованием специализированного программного модуля, разработанного специально для архива. Архивом ведется масштабная работа по сканированию текстовых документов, фотографий, рисунков, других документов с возможностью их распознавания, монтажа, а также использования для подготовки выставок, конференций, презентаций, для сайта Архива, с распечаткой документов на цветном и черно-белом принтерах, с пересылкой по ИС АРАН, по электронной почте, с копированием на оптические диски по заказам, в том числе читателей.

Еще одно направление — использование информационных технологий в области создания современного научно-справочного (информационно-поискового) аппарата архива. Создание электронных копий документов — фонда пользования — позволяет решать задачи обеспечения сохранности документов, читателям и сотрудникам предоставлять возможность работать только с электронными копиями, а также расширяет возможности создания информационно-поискового аппарата, доступа к документам более широкого круга пользователей. Внедрение информационных технологий в описание документов с 2006 г. позволило исключить трудоемкий ручной процесс усовершенствования и переработки описей.

Увеличение общего объема электронных справочных ресурсов архива по числу описаний архивных документов на различных уровнях опережает рост традиционного НСА. За 2004–2008 гг. в архив поступило 15713 ед.хр., которые включены в описи. За тот же период в электронный НСА введены записи 26104 заголовков дел. В традиционные каталоги и картотеки включено 3220 карточек, а в электронный НСА — записи 18213 заголовков документов. Ведется работа по устранению недостатков описей, созданных в Архиве АН СССР в 1930–1950-е гг., путем ввода заголовков дел непосредственно в подраздел «Учет и каталог» ИС АРАН с редактированием заголовка и внесением всех реквизитов дела описи.

Важной задачей является внедрение информационных технологий в организацию хранения и обеспечения сохранности докумен-

тов. В деле повышения уровня обеспечения сохранности документов важное значение приобретает автоматизированный контроль за движением архивных документов, температурно-влажностным режимом в хранилищах. Ведется работа по использованию компьютерного оборудования и информационных технологий для анализа физического состояния архивных документов на различных носителях, применения неразрушающих методов их изучения, расширения исследований в области консервации и реставрации документов.

В связи с многократным увеличением стоимости страхования документов при проведении документальных выставок как за рубежом, так и в России все большее распространение получает демонстрация на выставках не оригиналов, а электронных копий документов. Архив имеет положительный опыт подготовки выставок с использованием подлинных архивных документов и их электронных копий в сотрудничестве с архивами Болгарской и Польской академий наук.

Еще одно перспективное направление внедрения информационных технологий — образовательная деятельность. Архив РАН имеет традиционные связи с Российским государственным гуманитарным университетом (РГГУ), в первую очередь с Историко-архивным институтом (ИАИ). Целые поколения студентов проходят архивную и археографическую практику в архиве РАН. Сотрудничество с РГГУ расширяется от простой архивной практики к совместному выполнению сложных и масштабных проектов. В 2008 г. Архив РАН совместно с ИАИ осуществил ряд образовательных проектов по созданию электронных источниковых комплексов. С использованием программного модуля «Турет» студентами проведены работы по созданию электронных описей и баз данных на материалах фондов академика М.Н. Тихомирова, профессоров ИАИ В.В. Максакова и А.Г. Николаевой, включая сканирование отдельных документов.

В задачи информатизации архива входит обеспечение общей безопасности. Здание Архива РАН оборудовано системами видеонаблюдения с выводом информации на компьютер службы безопасности. Предусмотрена автоматическая запись движущихся объектов как снаружи, так и внутри здания, а также фиксация всех проходящих через турникет на входе в архив. Видеoinформация может выводиться на мониторы в серверной комнате и на рабочем месте<sup>25</sup>. При въезде на территорию Архива установлен управляемый дистанционно шлагбаум с автоматической записью изображений въезжающих

и выезжающих автомобилей. В помещениях установлены системы безопасности на проникновение (различные датчики движения, датчики на вскрытие при проникновении, связанные в единую систему) и пожарной сигнализации.

К *третьему, перспективному*, этапу внедрения компьютерных технологий можно было бы отнести решение различных задач. Прежде всего необходимо продолжить совершенствование электронных форм государственного учета документальных комплексов Архива РАН. А именно, продолжить наполнение базы данных «Учет и каталог» ИС АРАН, перейти на электронную форму ведения Центрального фондового каталога (ЦФК) Архивного фонда РАН, создание программного обеспечения для разработки и создания автоматизированной системы ЦФК АРАН, обеспечивающего совместимость с ИС АРАН, с автоматизированным ЦФК Федерального архивного агентства РФ.

Планируется продолжить перевод в электронный формат картотек прежде всего ЦФК Архивного фонда РАН, что позволит расширить информационную базу о составе и содержании фондов архивных учреждений РАН. Будет организовано внедрение программного модуля «Turge» как в СПбФ АРАН, так и в учреждениях и организациях РАН, что позволит готовить описи в электронном формате, которые сразу же после подключения к основному массиву базы данных «Учет и каталог» будут доступны в поиске по электронному каталогу.

Локальной задачей этого этапа является информатизация читального зала Архива РАН и рабочих мест исследователей, предоставление им возможности знакомиться с НСА архива в электронном виде. Информатизация читального зала позволит повысить уровень использования документов и расширить возможности читателей. Планируется создание локальной сети в читальном зале, размещение части базы данных «Учет и каталог» ИС АРАН и электронных вариантов описей в читальном зале Архива РАН.

В дальнейшем планируется ввести автоматизированный заказ архивных документов в фонде хранения. После заполнения форм-треканий на выдачу документов и их фиксации в электронном журнале списки документов будут передаваться по сети в Центр обеспечения сохранности и учета документов с отметкой времени выдачи документов. Автоматизированная система учета движения документов не позволит покинуть здание Архива РАН читателю, если он не сдал документы.

Более глобальной по масштабам представляется еще одна задача, связанная с тем, что в системе учреждений Академии наук во все больших масштабах создается документация на электронных носителях, электронные документы, и до сих пор не решена проблема постоянного хранения этой информации. Решение этого вопроса возможно в форме создания специального Центра электронной документации при Архиве РАН, но пока актуальность этой задачи в Академии наук еще, к сожалению, недостаточно осознана.

Архив РАН стремится решать вопросы информатизации его деятельности комплексно, развивая работу в разных направлениях, помогая другим академическим архивам. Однако реализацию программ архива существенно ограничивает отсутствие целевого финансирования в Академии наук (по аналогии с подпрограммой «Архивы» в программе «Культура») для закупки лицензионного ПО, оплаты квалифицированных специалистов. Сказывается также отсутствие нормативного обеспечения работ в Академии наук в этой области.

При доработке программных систем предусматривается подключение Архива РАН к ЕИС РАН, в том числе к ИИАС Президиума РАН. При разработке нормативных документов важно регламентировать порядок сдачи на хранение в Архив РАН документов структурными подразделениями Президиума РАН и учреждениями РАН, а также права доступа к электронным документам для разного типа пользователей. Необходимо предусмотреть решение вопросов долговременного и постоянного хранения электронных документов и образования Центра электронной документации, информационных ресурсов, создающихся в Президиуме и учреждениях РАН. Необходимо предусмотреть передачу по истечении нормативных сроков управленческой, научно-организационной и другой документации в электронном виде параллельно с документами на бумажной основе.

В рамках обеспечения сохранности документов и расширения возможностей по их использованию предусматривается расширение работ, ведущихся в Москве, в СПбФ АРАН и ОСАФ в Борке по оцифровке особо ценных и уникальных документов в целях создания страхового фонда и фонда пользования на новых носителях, расширения масштаба работ и повышения их качества. Необходимо проведение масштабной работы по оцифровке протоколов и постановлений Президиума РАН за прошлые годы, уникальных документов, хранящихся в Архиве РАН и других академических учреждениях.

Основная задача на ближайшую перспективу — включение ИС АРАН в ЕИС РАН с подключением к опорно-транспортной сети РАН (оптоволокно) со скоростным доступом в Интернете в канале 100 Мбит/с для расширения взаимодействия с филиалами, Президиумом РАН, академическими архивами и другими организациями.

Вопрос о сборе, хранении и обеспечении доступа к электронным документам может решиться путем создания Центра электронной документации на площадях Архива РАН или же в электронном хранилище Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН с предоставлением доступа к этим фондам в ИС АРАН. Это позволит Архиву РАН не закупать дорогостоящее оборудование для электронных хранилищ и программное обеспечение.

В перспективе хотелось бы рассматривать Архив РАН как своего рода полигон для отработки и внедрения информационных технологий в различных областях архивной академической деятельности.

### Примечания

- <sup>1</sup> Вопросы развития информатизации Архива РАН рассматривались в сообщении авторов *Main directions of computerization of scientific working in the Archive of the Russian Academy of Science* на международной конференции ассоциации «История и компьютер» в Амстердаме в 2005 г. (см.: [www.ahc2005.org/en/new\\_1/](http://www.ahc2005.org/en/new_1/)). Их описание можно найти также в работах энтузиастов информатизации архива (см., например: *Савина Г.А.* Информационные технологии в Архиве РАН: итоги и перспективы // Вестник архивиста. 2006. №6. С. 255–261).
- <sup>2</sup> Исследование проведено в рамках и при поддержке целевой программы Президиума РАН «ИНФОРМАТИЗАЦИЯ» (руководитель — академик Г.И. Савин).
- <sup>3</sup> В этой области активность архива РАН находится в общем русле развития архивного дела в РФ, (см., например: *Ходаковский Н.И., Ткаченко Н.А., Левчук Л.И.* Проблемы внедрения автоматизированных архивных технологий // Российский научный электронный журнал «Электронные библиотеки». 2001. Т.4, вып. 2. Концепция информатизации архивного дела России утверждена Росархивом в 1995 г., программа информатизации архивного дела России (1997–2000 гг.) — в 1996 г. (см.: портал «Архивы России» [www.rusarchives.ru](http://www.rusarchives.ru)).
- <sup>4</sup> Разработчик программист В.Б. Блинов.
- <sup>5</sup> Описание см.: *Киселев И.Н.* Система автоматизированного государственного учета документов архивного фонда Российской Федерации // Технологии архивы в современном обществе: наука, образование, наследие:

материалы науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию фак-та технотронных архивов и документов. М., 2004; Отечественные архивы. 2009. № 2.

- 6 Подробнее о недостатках программы см., например: [http://www.autoaf.ru/docs\\_af.htm](http://www.autoaf.ru/docs_af.htm).
- 7 По научно-исследовательским и техническим сторонам проекта опубликована серия статей, подготовленных, главным образом, сотрудниками ИППИ РАН: Rubanov L., Merzlyakov N., Karnaukhov V., Osipova N. *Strategy of creation of digital archives accessible through the Internet* // Proc. of SPIE. 2002. V. 4672. P. 181–189.
- 8 См.: <http://hp.iitp.ru>.
- 9 Диск записан в формате ISO 9660.
- 10 Используется формат графических файлов jpeg.
- 11 Коммунистическая академия при ВЦИК СССР — учебное и научно-исследовательское учреждение, созданное в 1918 г. в противовес *старой* Академии наук. До 1919 г. называлась Социалистическая академия общественных наук, затем Социалистическая (1924). Включала институты философии, истории литературы, искусства, советского строительства и права, мирового хозяйства и мировой политики, экономики, аграрный, естествознания; имела отделение в Ленинграде (с 1929). При академии издавались журналы «Вестник Коммунистической академии», «Власть Советов» и др. В 1936 г. совместным Постановлением ЦК ВКП(б) и СНК СССР объединена с АН СССР. Архив Комакадемии тогда же поступил в Московское отделение Архива АН СССР. О некоторых реалиях того времени см.: *Брачев В.С.* Укрощение строптивой, или Как АН СССР учили послушанию // Вестник АН. 1990. №4. С. 120–127.
- 12 Проект велся по грантам INTAS (№ 00–00081) «A Distributed Database and Processing System for Watermarks» («Получение банка водяных знаков средневековых документов») и Австрийского научного фонда FWF (№ 13289–ARS): «Wasserzeichen Klosterneuburger Handschriften».
- 13 ЛВС создана в 2004 г. по гранту РГНФ и включает 26 рабочих мест, которые имеют доступ в Интернет через выделенный сервер. Архитектура сети стандартна для малых сетей и включает выделенный сервер баз данных (HP Proliant ML150G3) на процессоре Intel Xeon 5050, на котором установлена лицензированная версия ASP Linux Server IV 64.
- 14 Сеть включает пять стационарных компьютеров и два ноутбука.
- 15 Для научных учреждений доступ в Интернет бесплатный. Электронная почта реализована на домене [spbrc.nw.ru](mailto:spbrc.nw.ru)
- 16 Имеется выделенный сервер и семь компьютеров с выходом в Интернет через прокси-сервер по радиоканалу. Провайдер — Ярославский государственный университет (ЯРГУ).
- 17 Разработчик программы программист А.В. Драчков. Программа прошла апробацию в Архиве РАН в 2005 г. Работа над ней велась по гранту РГНФ «Применение информационных технологий в освоении источниковой

## *Проблемы информатизации Архива Российской академии наук*

---

базы истории науки (разработка БД «Архив РАН» на платформе клиент-сервер)».

- <sup>18</sup> Эта информация на CD дисках передается в архив в формате jpeg файлов. В самом отделе копии хранятся в формате tif на CD дисках в специальных хранилищах. Для учета файлов, сканируемых с микрокопий документов, была разработана специальная база данных, реализованная в MS Office Access.
- <sup>19</sup> <http://www.aras.ru>.
- <sup>20</sup> <http://www.aran.ru>. Функции модератора сайта выполняет ст. н.с. Г.А. Савина.
- <sup>21</sup> См.: *Боброва Е.В.* Российские архивные сайты: опыт, проблемы, перспективы развития // Отечественные архивы. 2007. № 5. С. 128–129; Она же. Архивные сайты Рунета: технологии // Российские архивные сайты: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Межрегион. научн.-практ. семинара-совещания. Чебоксары, 2007; Она же. О мониторинге архивных сайтов Рунета // Российские архивные сайты: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Всероссийского науч.-практ. семинара-совещания. Левково, 2008; Она же. Мониторинг архивных сайтов Рунета: методика и результаты анализа // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». 2008. №35. С. 13–15; *Киселев И.Н.* Архивный сайт и пользователи // Российские архивные сайты: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Всерос. науч.-практ. семинара-совещания. Левково, 2008; Он же. Архивные сайты Рунета: организация и контент // Российские архивные сайты: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Межрегион. научн.-практ. семинара-совещания. Чебоксары, 2007.
- <sup>22</sup> Обзорение архивных материалов // Труды архива Академии наук СССР. Л., 1933. Т. 1.
- <sup>23</sup> В настоящее время — 12 электронных адресов.
- <sup>24</sup> Виртуальные выставки подготовлены по инициативе ст. н.с. Архива РАН В.Н. Загребавой.
- <sup>25</sup> Используется программа AVialle 2.1.5 ParcesNet для регистрации времени прохода через электронный турникет с формированием общей базы данных по сотрудникам с электронными пропусками и посетителям (без пропусков).

*Б.Ф. Додонов,  
Т.Н. Котлова, В.И. Широков*

**База данных  
«Документальное наследие  
семьи Романовых в фондах ГА РФ»:  
источниковедческий аспект, состав,  
содержание и перспективы использования\***

Династия Романовых правила в России более 300 лет — с XVII и до начала XX в. В этот период в России складывается и достигает своего высшего подъема абсолютизм, в середине XIX в. в стране были проведены реформы и начинает активно развиваться капитализм.

Династия Романовых выдвинула целый ряд видных государственных деятелей, в том числе императоров и императриц. Среди них — Петр Великий, Александр I, Александр II, Елизавета Петровна, Екатерина II и др. Многие представители царской семьи были крупными военными, государственными и общественными деятелями (например, великие князья Константин Павлович, Михаил Павлович, Николай Николаевич, Николай Михайлович, Александр Михайлович и др.). Романовы имели широкие династические связи

---

\* Статья подготовлена в рамках исследовательского проекта, поддержанного РГНФ (проект № 05-01-01326а).



с правящими домами Европы, общались и переписывались со многими видными общественными и государственными деятелями.

Документальное наследие царской семьи Романовых является уникальным памятником отечественной истории, ценнейшим историческим источником, освещающим важнейшие проблемы отечественной истории. В состав документального наследия царской семьи входит переписка Дома Романовых с представителями правящих династий европейских стран, видными политическими и общественными деятелями, деятелями науки и культуры России и зарубежных стран, дневники, записные и памятные книжки, иллюстративный материал и многие другие документы, отражающие государственную, политическую и общественную жизнь России XVIII — начала XX в.

Документальное наследие династии Романовых очень разнообразно и многопланово. Оно состоит из нескольких основных комплексов: документы императорских и великокняжеских дворцов-резиденций; материалы Государственного архива Российской империи (династический архив Романовых); документы, отложившиеся в Собственных Его Императорского Величества библиотеках; личные бумаги императора Николая II, императрицы Александры Федоровны и их детей; документы царской семьи Романовых в материалах высших и центральных учреждений Российской империи XVIII — начала XX в. Документы царской семьи сохранились как в государственных архивах и хранилищах России, так и за рубежом. Крупнейшая коллекция романовских бумаг за период с XIX до начала XX в. отложилась в фондах Государственного архива Российской Федерации (ГА РФ).

В 2005–2007 гг. в ГА РФ при поддержке РГНФ был осуществлен проект, связанный с подготовкой электронной базы данных «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ», созданной на основе традиционных архивных описей документального комплекса личных фондов династии Романовых, хранящихся в архиве. В настоящей статье приведен первичный анализ опыта использования названного электронного информационного ресурса. В статье рассматривается также вопрос о составе и содержании корпуса документов царской семьи, отложившемся в фондах ГА РФ.

В архивоведческой и источниковедческой литературе подобное исследование ранее не проводилось, хотя сведения об отдельных аспектах данной проблемы имеются во многих исторических

произведениях, статьях и монографиях. В советской историографии проблема источниковедческого анализа документов царской семьи была отнесена к малоактуальным. Несколько подробнее изучен комплекс романовских материалов за период XVIII в. (прежде всего петровская эпоха).

В наше время очень активно начинает исследоваться проблема гибели царской семьи, однако судьбе документального наследия Романовых уделяется мало внимания. Также слабо изученной является и проблема анализа состава и содержания сохранившегося документального наследия династии Романовых. В источниковедческом плане корпус романовских бумаг в фондах ГА РФ исследован пока еще очень слабо. Подготовленная в архиве база данных может оказать очень большую помощь, став важнейшим инструментом подобных исследований.

До наших дней дошел значительный комплекс документов, отражающий государственную и общественную деятельность представителей династии Романовых и их частную жизнь. Весь корпус вышеназванных источников, сложившийся к началу XX в., можно условно разделить на пять документальных комплексов. Среди них материалы императорских и великокняжеских дворцов-резиденций; документы, отложившиеся в Государственном архиве Российской империи («Староромановский архив»); документальные материалы Собственных Его Императорского Величества библиотек; личные бумаги императора Николая II, императрицы Александры Федоровны, их детей («Новоромановский архив»); документы царской семьи Романовых в материалах высших и центральных учреждений Российской империи (XVIII — начало XX в.).

Основная часть документов по истории правящей династии России концентрировалась в XVIII — первой четверти XIX в. в кабинетах императоров и императриц. Кабинеты, совмещавшие в себе функции личных императорских канцелярий и органов по управлению дворцовым хозяйством, являлись основным звеном в механизме самодержавной власти, вследствие чего состав кабинетских документальных материалов был чрезвычайно обширен и многообразен. Впоследствии документы монархов и других представителей правящей династии откладывались среди делопроизводственных и архивных материалов кабинетов.

Первый шаг к концентрации этих документов в едином архивохранилище был предпринят в 1801 г., когда на престол вступил

Александр I. Новый государь дал указание разобрать «комнатные» бумаги, оставшиеся в Зимнем и других царских дворцах после смерти его бабки и отца. Этим занялась специально созданная комиссия. Ее деятельность постоянно находилась в поле зрения императора, более того, он лично принимал участие в просмотре документов<sup>1</sup>.

В 1834 г. после передачи в него большой массы политических дел из Петербургских сенатских архивов это хранилище получило название Государственного архива МИД, за которым в исторической и архивоведческой литературе закрепилось неточное название — Государственный архив Российской империи<sup>2</sup>. После смерти Николая I из дворцовых архивов в Государственный архив были переданы фрагменты кабинетского делопроизводства, а также некоторые документы, оставшиеся в распоряжении императора.

Состав рассмотренных документальных комплексов по истории династии Романовых показывает, что в дореволюционный период на государственном хранении находились документы монархов до Николая I включительно и лишь единичные материалы последующих императоров. Документы императриц после жены Александра I Елизаветы Алексеевны, великих князей после Константина Павловича (за исключением единичных писем Константина Николаевича и Николая Константиновича) и великих княгинь после дочерей Павла I в государственные архивы не поступали. Значительное количество документов Романовых хранилось в Рукописном отделе Собственных Его Императорского Величества библиотек, оставаясь частной собственностью императорской семьи. Документы Александра III и Николая II хранились главным образом в Александровском дворце Царского Села и представляли собой рабочий текущий архив последнего российского императора. Значительная часть документов оставалась в личных архивах представителей царской фамилии, а также в материалах высших и центральных учреждений Российской империи XVIII — начала XX в.

Корпус документов династии Романовых, отложившихся в ГА РФ, содержит уникальные материалы — личные фонды и коллекции представителей царской династии, документы последнего российского императора Николая II и членов его семьи, находившиеся до февраля 1917 г. в их личном пользовании, материалы коллекций, хранившихся в царских дворцах. Среди них — документальное наследие императоров Александра I, Николая I, Александра II, Александра III, Николая II, императриц Марии Федоровны (жены

императора Павла I), Елизаветы Алексеевны (жены императора Александра I), Александры Федоровны (жены императора Николая I), Марии Александровны (жены императора Александра II), Марии Федоровны (жены императора Александра III) и Александры Федоровны (жены императора Николая II) и их ближайших родственников — великих князей, великих княгинь и др. Документальные материалы семьи Романовых имеют большую историческую и научную ценность.

Начало формированию коллекции документов царской семьи было положено декретом Совнаркома РСФСР от 13 июля 1918 г. «О национализации имущества низложенного российского императора и членов бывшего императорского дома», подписанного за четыре дня до убийства императора Николая II и членов его семьи. Этот законодательный акт провозглашал, что «...всякое имущество, принадлежавшее низложенному революцией российскому императору Николаю Александровичу Романову, бывшим императрицам Александре и Марии Федоровнам Романовым и всем членам бывшего российского императорского дома, в чем бы оно ни заключалось и где бы оно ни находилось... объявляется достоянием Российской Социалистической Федеративной Советской Республики». После перевозки царских документов из Тобольска и Екатеринбурга в Москву ВЦИК 10 сентября 1918 г. принимает специальное решение об организации Комиссии по разборке материалов, найденных «у последнего Романова». Комиссия приступила к работе 14 сентября 1918 г. Деятельность Комиссии носила секретный характер, а сами материалы хранились на территории Кремля, в так называемом «Новоромановском архиве». 12 сентября 1923 г. издается декрет ВЦИК и СНК РСФСР «О сосредоточении в Центральном архиве РСФСР документов семьи Романовых (бывшей царской фамилии) и некоторых других лиц». На основании этого декрета все документы семьи Романовых из всех архивохранилищ страны поступают на хранение в Особый (секретный) отдел Архива Октябрьской революции (впоследствии Отдел падения старого режима).

Советское правительство придавало очень большое значение документам семьи Романовых, деятельность которых оно пыталось разоблачить. Несмотря на то, что документы были засекречены, уже с 1918 г. начинается публикация отдельных источников из документального наследия Романовых. В целом материалы коллекции имеют очень большую историческую и научную ценность.

В ГА РФ хранится 51 личный фонд представителей династии Романовых, а также коллекция рукописей Царскосельского дворца (фактически это личная канцелярия Николая II). Кроме того, романовские бумаги отложились также среди документов рукописного отделения библиотеки Зимнего дворца (фонд №728), Коллекции отдельных документов личного происхождения (фонд №1463), дел ряда государственных и общественных деятелей, хранящихся в архиве.

Среди личных фондов пяти российских императоров — Александра I, Николая I, Александра II, Александра III и Николая II крупнейшим является фонд Николая II, насчитывающий 2496 дел. Этот ценнейший фонд содержит царские рескрипты, указы, манифесты, приказы по армии и флоту и др., а также переписку Николая II с видными государственными и общественными деятелями в России и за границей, представителями культуры конца XIX — начала XX в. Вторым по объему является личный фонд императора Александра II, царя-реформатора, крупнейшего государственного деятеля России середины XIX в. — 1483 дела за 1825—1899 гг. В фонде отложились документы об его государственной деятельности, материалы о подготовке крестьянской реформы 1861 г. и других реформ, финансовом и экономическом положении страны и пр., а также богатейшая переписка. Несколько уступает ему личный фонд императора Александра III (1335 дел за 1845—1896 гг.), также содержащий немало ценных документов и содержательную переписку. Указанным фондам уступают по объему материалы личных коллекций документов императоров Александра I (104 дела за 1774—1873 гг.) и Николая I (566 дел за 1796—1855 гг.), которые отложились в основном среди документов Государственного архива Российской империи. Однако и в личных фондах названных императоров сохранилось немало ценнейших документов, раскрывающих многие важные стороны жизни и деятельности этих видных государственных деятелей.

Коллекция романовских материалов ГА РФ содержит также личные фонды пяти российских императриц — Марии Федоровны, жены императора Павла I, Елизаветы Алексеевны, жены императора Александра I, Марии Александровны, жены императора Александра II, Марии Федоровны, жены императора Александра III, и Александры Федоровны, жены императора Николая II. Среди названных материалов выделяется документальное собрание жены Александра III, императрицы Марии Федоровны, оно насчитывает 3730 дел за 1814—1917 гг., это самый крупный фонд среди всей

романовской коллекции ГА РФ. Фонд содержит обширные материалы о благотворительной деятельности Марии Федоровны в таких общественных организациях, как Российское общество «Красного Креста», Общество спасения на водах, Общество покровительства животных, Женском патриотическом обществе, а также ее богатейшую переписку. Вторым по объему личным фондом российских императриц в материалах ГА РФ является документальное собрание последней российской императрицы, жены императора Николая II Александры Федоровны. Фонд насчитывает 761 дело за 1845–1918 гг. В нем отложились документы о благотворительной деятельности Александры Федоровны, ее переписка и др. В фонде императрицы Марии Федоровны, жены императора Павла I, насчитывающем 238 дел за 1788–1861 гг., сохранилось много ценнейших исторических документов, освещающих придворную жизнь российского императорского дома в конце XVIII — начале XIX в. — дневники, переписка, а также материалы о зарождении благотворительной деятельности в России, у истоков которой стояла императрица Мария Федоровна. Среди фондов ГА РФ сохранилось относительно небольшое, но очень содержательное собрание документов жены императора Александра I, императрицы Елизаветы Алексеевны, насчитывающее 122 дела за 1785–1828 гг. — переписка, собрание документов к жизнеописанию императрицы Елизаветы Алексеевны и императора Александра I.

Романовская коллекция ГА РФ содержит обширный комплекс источников, отложившихся в документальных собраниях членов семьи Романовых — великих князей и княгинь. Среди них было немало крупных государственных, военных и общественных деятелей, занимавших в разные годы важные государственные посты, оказывавших большое влияние на внутреннюю и внешнюю политику России, развитие экономики, науки и образования. Многие из них были высокообразованными людьми, имевшими широкие связи в среде государственных деятелей, ученых, писателей, художников и др.

Государственный архив Российской Федерации — крупнейшее хранилище документов царской семьи. История формирования данного комплекса документов, фондирования, описания, публикации подробно приведена в статьях, опубликованных в ходе исследования по теме проекта<sup>3</sup>.

Для осуществления задач проекта была подготовлена база данных «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ».

Она состоит из четырех взаимоподчиненных таблиц в СУБД MS Access. Основная таблица базы данных основывается на специальном перечне полей, разработанном в ГА РФ, для описания информации на уровне дела.

Следует отметить, что для создания электронного научно-справочного аппарата ГА РФ разработаны единые для архива стандартные формы описания информации на трех уровнях: фонда, дела, документа. Для каждого уровня информации определен набор основных и дополнительных реквизитов (полей), их типы и размеры, унифицировано заполнение, что обеспечивает в дальнейшем их совместимость. На основе разработанных перечней полей созданы таблицы баз данных в MS Access для всех уровней информации. Именно в таком виде и накапливается весь НСА архива, и этот информационный ресурс может быть использован для поиска информации как в рамках отдельных баз данных, так и в составе единой информационно-поисковой системы, а также для решения других задач, стоящих перед архивом.

Из всего многообразия справочников, раскрывающих состав и содержание документов архивов, самым востребованным, базовым и, можно сказать, любимым справочником пользователей ретроспективной информации является архивная опись документов. Ее двойственная функция — как основного учетного документа, устанавливающего место каждого дела в определенном фонде архива, и как информационного справочника, представляющего информацию на уровне дела, — определяет ее особый статус в системе научно-справочного аппарата любого архива.

Казалось бы, что нового можно рассказать об описи, ее функциях, особенностях, методике составления, использовании? Даже все более активизирующееся в настоящее время использование описей в электронном виде (в текстовых редакторах или включение информации на уровне дела в различные электронные базы данных) эксплуатирует, как правило, в основном поисковую и учетную функции описи. Тогда как информационные технологии позволяют применять разнообразные аналитические методы исследования, в том числе вполне применимые и в исторических и источниковедческих исследованиях.

Для ввода информации из описей в ГА РФ имеется единая таблица базы данных (дело). В отличие от традиционной описи, в которой информация о деле распределена по шести графам (номер дела, делопроизводственный номер (индекс) дела, заголовок дела, крайние

даты, количество листов, примечание), эта таблица состоит из 25 полей (14 основных, 11 дополнительных). Из 14 основных семь полей (номер фонда, номер описи, номер дела, название фонда, заголовок дела, крайние даты, дата дела сортировочная) обязательны к заполнению в базе данных, остальные поля заполняются только при наличии соответствующих сведений.

Шесть полей представляют собой архивный адрес дела: номер фонда, литера фонда, номер описи, литера описи, номер дела и литера дела. При их заполнении имеет значение не только размер поля и его тип (числовое или символьное), но даже использование прописных или строчных букв, латинского шрифта или кириллицы. Строгое соблюдение единых требований при заполнении этих полей обеспечивает в дальнейшем возможность как объединения, так и создания многоуровневых баз данных. Заполнение в базе данных полей «Название фонда» и «Название описи» позволяет полноценно использовать базу данных и локально, не связывая ее с электронными справочниками других уровней описания информации (путеводители, каталоги).

При наличии отдельного текстового поля для крайних дат дела введено специальное поле типа «дата» для систематизации записей по хронологии: «дата дела сортировочная». В связи с тем, что при машинной обработке информации не воспринимается неполная или неточная дата, при заполнении этого поля приняты некоторые условности и даны примеры их заполнения при различных вариантах датировки. Так, например, если имеются начальная и конечная даты дела, то проставляется начальная или наиболее ранняя дата. Если известен только год, то проставляется последнее число последнего месяца этого года (31.12.1914). Если известны только месяц и год, то проставляется последнее число указанного месяца (30.04.1909). В тех случаях, когда в оригинале описи графа «Крайние даты» не заполнена (дата вынесена в название описи, раздел описи) или проставлено Б/Д (без даты), поле «Дата дела сортировочная» заполняется в соответствии с этими датами или крайними датами описи.

Имеются некоторые особенности заполнения поля «Заголовок дела» в базе данных. Так, при перечислении однородных заголовков дел не допускается применение формулировки «то же», принятой при оформлении листовой описи. Заголовок дела должен воспроизводиться полностью. При технически пропущенном номере дела



в заголовке указывается: «номер пропущен». Отметка о выбывших делах указывается в поле «Примечание», при этом поле «Заголовок дела», как правило, заполняется. Кроме того, имеется отдельное поле «Аннотация», куда могут вводиться сведения, уточняющие, раскрывающие состав и содержание документов дела, не изменяя при этом сам его заголовок.

В базу данных «Опись» введены четыре поля «раздел — уровень 1—4», где указываются названия разделов и подразделов описи в соответствии с ее внутренней структурой и систематизацией дел. Предусмотрена возможность четырех уровней систематизации. Каждый уровень (раздел) указывается в отдельном поле. Это дает дополнительный аспект поиска и используется для печати описи. В базе данных имеются четыре дополнительных поля, в которые могут вводиться ключевые слова-дескрипторы для уточнения поиска информации и формирования алфавитных указателей по предметному признаку: география; персоналии; учреждения; ключевые слова (тематика). Поля «Оператор» и «Дата заполнения» служат для учета работы.

В БД «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ» основная таблица, содержащая электронные описи (уровень дела), дополнительно подчинена трем другим таблицам:

— перечень фондов с номерами и названиями фондов (уровень фонда содержит пять полей: номер фонда, название фонда, раздел, количество записей, порядковый номер);

— перечень описей (содержит восемь полей: номер фонда, название фонда, номер описи, литеру описи, название описи, количество записей по описи, итоговую запись описи, дату последней итоговой записи, предисловие к описи);

— перечень разделов (семь полей: «Императоры», «Императрицы», «Великие князья», «Великие княгини», «Великие княжны», «Князья императорской крови», «Коллекции»).

Таким образом, данная структура базы данных (см. рис. 1) основана на распределении однотипной информации по соответствующим полям. Использование нескольких таблиц и унифицированное заполнение полей позволяют работать с информацией, содержащейся в описи, более многопланово: производить поиск и систематизацию по одному или нескольким полям, по всему массиву записей или по отдельным фондам, внутри разделов, получать статистические данные в различных разрезах.

Общий объем БД «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ» составляет 29520 записей по заголовкам дел 62 описей 52 фондов. За рамками базы данных остались описи фондов, где имеются включения романовских документов (например, «Коллекция документов рукописного отделения библиотеки Зимнего Дворца» и другие фонды).

На рисунке 2 представлена заполненная форма записи БД.

В базе данных представлены описи документов фондов:

— *российских императоров* — Александра I, Александра II, Александра III, Николая I, Николая II (5 фондов, 6131 запись);

— *императриц* — Александры Федоровны — жены Николая II, Елизаветы Алексеевны — жены Александра I, Марии Александровны — жены Александра II, Марии Федоровны — жены Павла I, Марии Федоровны — жены Александра III (5 фондов, 5030 записей);

— *великих князей*, в том числе цесаревича Алексея Николаевича — сына Николая II, Алексея Александровича, Владимира Александровича, Николая Александровича, Павла Александровича, Сергея Александровича — детей Александра II, Георгия Александровича, Михаила Александровича — детей Александра III, Константина Николаевича, Михаила Николаевича, Николая Николаевича — детей Николая I, Константина Павловича, Михаила Павловича — детей Павла I и др. (25 фондов, 9537 записей);

— *великих княгинь*, в том числе Александры Петровны (урожденной принцессы Ольденбургской) — жены в.к. Николая Николаевича (старшего), Екатерины Михайловны — дочери в.к. Михаила Павловича, Елены Павловны (урожденной принцессы Вюртембергской Фредерики-Шарлотты-Марии) — жены в.к. Михаила Павловича, Елизаветы Маврикиевны (урожденной герцогини Саксен-Альтенбургской) — жены в.к. Константина Константиновича, Елизаветы Федоровны (урожденной принцессы Гессен-Дармштадской Елизаветы-Александры-Луизы) — жены в.к. Сергея Александровича, Ксении Александровны и Ольги Александровны — дочерей Александра III, Марии Павловны (урожденной принцессы Мекленбург-Шверинской) — жены в.к. Владимира Александровича и др. (11 фондов, 6927 записей);

— *великих княжон* — Анастасии Николаевны, Марии Николаевны, Ольги Николаевны, Татьяны Николаевны — дочерей Николая II (4 фонда, 1012 записей);

## База данных «Документальное наследие...

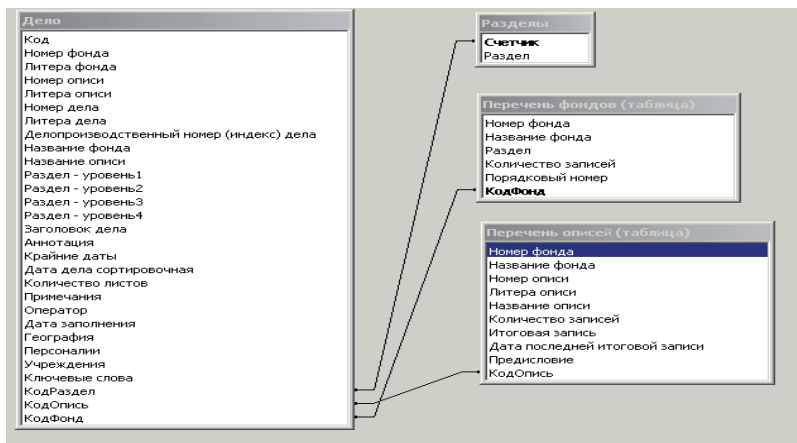


Рис. 1. Структура базы данных

Номер фонда:	601	Название фонда:	НИКОЛАЙ II, ИМПЕРАТОР. 1888-1918			
Номер описи:	1	Название описи:	Опись документов императора Николая II за 1895-1926 гг.			
Уровень1:	Личные документы Николая II					
уровень2:	Послужные списки, патенты, дипломы, адреса и проч.					
уровень3:						
Номер дела:	9	Делопроизводственный номер (индекс) дела:				
Заголовок дела:	Письмо императора австрийского Франца Иосифа великому князю Николаю Александровичу о назначении его шефом 5-го Австрийского Уланского полка.					
Крайние даты:	25 августа 1885	Дата дела сортировочная:	25.08.1885			
Количество листов:	2	Примечания:				
География:	Австро-Венгрия; Россия					
Персоналии:	Франц Иосиф, император Австрии					
Учреждения:	5-й Австрийский уланский полк					
Ключевые слова:	переписка; письма к; вооруженные силы; личный состав					
КодРаздел:	1	Код:	3552	Оператор:	Шроков	
Дата заполнения:	12.04.2003		КодОписи:	601_1	КодФонд:	601

Рис. 2. Заполненная форма записи БД «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ»

— князя Иоанна Константиновича — сына великого князя Константина Константиновича (1 фонд, 85 записей);

— коллекции рукописей Царскосельского дворца (1 фонд, 798 записей).

Описи данной группы фондов составлены сотрудниками Центрального государственного исторического архива в г. Москве (ныне — ГА РФ) в 40–50-х гг. XX в., методика их составления в целом соответствует правилам описания личных фондов и коллекций, сложившимся в отечественном архивоведении. Дела в описях сгруппированы, как правило, по нескольким разделам: документы служебной, общественной и творческой деятельности фондообразователя, документы, собранные фондообразователем, переписка, материалы к биографии, изобразительные материалы, документы о фондообразователе.

Информация, содержащаяся в описях, вводилась в базу данных в полном соответствии с текстом оригинала, исправлялись только явные опечатки. В отдельных случаях создатели БД проводили частичное редактирование заголовков с обращением непосредственно к делам (уточнялись недостающие или сомнительные даты, добавлялись недостающие части заголовков, проставлялись инициалы к упоминаемым фамилиям, раскрывались отдельные сокращения, уточнялись названия дел на иностранных языках и т.п.).

Кроме того, была проведена специальная работа по заполнению четырех вспомогательных поисковых полей основной таблицы базы данных («География», «Персоналии», «Учреждения», «Ключевые слова»). С помощью данных полей не только уточняются параметры поиска, но и создаются соответствующие указатели, а также можно производить статистический анализ состава представленных в базе данных документов по их виду, географическому признаку, составу упоминаемых учреждений и персоналий, тематике. В развитие имеющейся в архиве методики были установлены правила заполнения данных полей.

В поля «География», «Персоналии» и «Учреждения» переносились соответствующие понятия из заголовка дела (в именительном падеже, через точку с запятой). В поле «Персоналии» не выносились только имена фондообразователей соответствующего фонда, например, если фонд императора Николая II и в заголовке дела упоминается Николай II (Николай Александрович и т.п.).

В поле «Ключевые слова» из заголовка дела выносились слова, обозначающие другие предметные и тематические понятия, в том

числе ассоциативно возникающие из содержания заголовка: «подданство», «флот», «маневры», «благотворительность», «реформы», «крестьянство», «дворянство», «мещане», «памятники», «описи вещей», «иностранцы», «земство», «Ходынка», «геральдика», «сувениры» и др. В обязательном порядке указывались:

— виды документов: переписка с внутренней структурой (переписка Романовых между собой, письма Романовых третьим лицам, третьих лиц Романовым, третьих лиц друг другу), другие документы, связанные с личной жизнью семьи Романовых (тетради ученические, журналы классные, дневники, записные книжки, поздравительные адреса, маршруты поездок), рапорты, доклады и докладные записки, отчеты, манифесты, мирные договоры, карты, изобразительные материалы (с выделением фотографий) и др.;

— такие тематические понятия, как «политика внутренняя», «политика внешняя», «визиты международные», «политика национальная», «войны» (в том числе с выделением конкретных войн — Отечественная война 1812 года, Русско-турецкая, Русско-японская, Первая мировая);

— понятия, обозначающие производимое действие: «награждение», «снабжение», «покушение», «строительство», «реорганизация», «мобилизация», «рекогносцировка», «отречение», «комплектование», «вступление на престол», «коронация»;

— понятия, обозначающие виды учреждений (во множественном числе): «крепости», «монастыри», «музеи», «порты», «библиотеки», «выставки», «архивы», «посольства»;

— понятия, связанные с функционированием императорского двора и с частной жизнью семьи Романовых: «придворные», «хозяйство», «здоровье», «смерть», «браки», «финансы личные», «юбилеи», «дети», «внуки», «поездки», «ордена», «наследники», «праздники»;

— понятия, обозначающие различные отрасли и сферы деятельности: «экономика», «право», «сельское хозяйство», «торговля», «транспорт», «образование народное», «здравоохранение», «социальное обеспечение», «наука», «искусство», «музыка», «поэзия»;

— понятия, обозначающие различные формы общественного движения: «движение революционное», «движение в армии», «движение национальное», «движение женское», «движение студенческое», «общество» (общественная жизнь), «партии», «масоны»;

— понятия, связанные с религиозной жизнью: «религия», «христианство», «церковь православная», «церковь католическая», «цер-

ковь грегорианская», «старообрядцы», «секты», «меннониты», «буддизм», «баптисты», «униаты»;

— предметные понятия, характеризующие особенности состава фондов: «скуфья» (шапочка старца Федора Кузьмича), «шкатулка», «цветы засушенные», «талисманы».

В соответствии с задачами проекта была осуществлена обработка информации, содержащейся в базе данных, и произведен ее анализ с целью изучения информационного потенциала созданного электронного ресурса и возможностей самой базы данных. Прежде всего, используя информацию поля «Ключевые слова» и созданного на его основе предметно-тематического указателя, удалось оценить и сопоставить видовой состав документов исследуемого ресурса, его тематическое разнообразие.

В общей сложности поле «Ключевые слова» содержит 837 понятий. Из них 514 понятий относится к видам документов. Из них по частоте упоминаний:

- 348 видов документов от 1 до 5;
- 114 видов от 5 до 50;
- 29 видов от 50 до 100;
- 20 видов от 100 до 1000;
- 3 вида от 1008 до 15881.

Наиболее часто упоминаемые виды документов в БД:

<i><b>Вид документа</b></i>	<i><b>Количество упоминаний</b></i>
Переписка	15897
Изобразительные материалы	3322
Записки	1636
Стихотворные произведения	640
Дневники	574
Адреса	499
Рапорты	441
Отчеты	410

Среди видов документов в бесспорных лидерах «переписка» (около 16 тыс. упоминаний), затем с большим отрывом следуют «изобразительные материалы» и «записки». Это вполне объяснимо — для XIX — начала XX в. характерно обилие самой разнообразной

переписки: личной, служебной, хозяйственной и др. В этом плане личные материалы членов императорского дома лишь подчеркивают общую особенность множества личных фондов данной эпохи. Любопытно, что на втором месте по числу упоминаний в БД следуют «изобразительные материалы». Этот факт подчеркивает особенность данного комплекса документов — многие из представителей царской семьи широко интересовались культурой и искусством, были разносторонне образованными людьми, меценатами, собирателями. Характерно также, что на четвертом месте по числу упоминаний следуют «стихотворные произведения» — яркий показатель высокого уровня культуры членов Дома Романовых.

Переписка включает письма и телеграммы, которые в свою очередь группируются по авторскому признаку и адресату. Количественные показатели этих групп следующие:

<b>Переписка</b>	<b>15897</b>	
В т.ч.: переписка членов семьи	2957	Переписка Романовых между собой
Письма	891	Переписка третьих лиц между собой
Письма к	9169	Письма третьих лиц Романовым
Письма от	1010	Письма Романовых третьим лицам
Телеграммы	168	Телеграммы третьих лиц друг другу
Телеграммы к	2011	Телеграммы третьих лиц Романовым
Телеграммы от	130	Телеграммы Романовых третьим лицам

Среди источников, отложившихся в материалах личных фондов династии Романовых в ГА РФ, особое значение имеют дневники и воспоминания. Это ценнейший источник, дающий широкую и разнообразную информацию по самым различным направлениям политической и общественной жизни страны, деятельности самих Романовых, их личной жизни, взаимоотношениям в семье и т.д.

Воспоминаний отложилось не так много, очевидно, члены царской семьи не придавали им большого значения, в БД было вы-

явлено всего 46 дел с воспоминаниями, среди них немало и копий собранных материалов. Однако имеется ряд важных источников. К ним можно отнести мемуары (записки) императрицы Александры Федоровны, жены императора Николая I за 1835–1857 гг., дневник-мемуары великого князя Константина Николаевича за 1847 г. и др.

Гораздо обширнее и разнообразнее такой вид источников, как дневники. Их писали многие представители царствующего дома Романовых — императоры, императрицы, великие князья и княгини. Всего в БД выявлено 673 дела с дневниками. Первые дневниковые записи, с которыми можно познакомиться в личных фондах Романовых в ГА РФ, — это дневник великого князя Николая Павловича (будущего императора Николая I). Дневник он вел с 1817 г. и до 13 декабря 1825 г., т.е. до восшествия на престол. Любопытно, что известный историк М. Корф, готовя свой труд «Восшествие на престол императора Николая I», обратился к нему с просьбой познакомиться его с дневниковыми записями за 14 декабря 1825 г. Николай I ответил, что ничего не записывал в тот день и предложил обратиться к жене, которая вела дневник. Действительно, дневники императрицы Александры Федоровны сохранились за 1822–1860 гг. Великие дневники императоры Александр II, Александр III и Николай II, их жены и дети.

Дневниковые записи членов дома Романовых — ценнейший источник, они требуют не только внимательного прочтения и широкого использования, но и углубленного источниковедческого исследования, которое практически еще не начато.

Изобразительные материалы представлены следующими группами документов:

***Изобразительные материалы 3322***

В т. ч.: карикатуры	10	
Портреты	1262	Портреты Романовых (в т.ч. фото)
Рисунки	10	Рисунки, сделанные Романовыми
Рисунки ученические	80	Рисунки, сделанные Романовыми
Фотографии	2685	
Негативы	5	
Карты	225	



## *База данных «Документальное наследие...»*

---

База данных дает возможность, используя данные поля «Дата сортировочная» и созданного на его основе поля, содержащего только год заведения дел, делать выборки по видам документов и любой тематике в хронологическом порядке, строить графики и диаграммы по количеству данных по годам.

Так, например, дела в базе данных распределяются по годам следующим образом (см. рис. 4).

График показывает, что рост числа по годам идет по нарастающей с отдельными колебаниями. Пик числа упоминаний приходится на период Первой мировой войны.

Близкие данные дает и анализ распределения переписки по годам, и это понятно, так как переписка представляет примерно 54% всего объема базы данных (см. рис. 5).

Используя информацию заголовка дела, где в обязательном порядке в соответствии с правилами описания отмечались дела, содержащие документы на иностранных языках, можно вывести статистику дел на иностранных языках, представленных в БД:

<i><b>Язык(и)</b></i>	<i><b>Кол-во упоминаний</b></i>
Французский	5989
Немецкий	2293
Английский	1244
Датский	714
Греческий	56
Итальянский	28
Польский	14
Болгарский	9
Арабский	9
Латинский	6
Еврейский	6
Шведский	5
Персидский	5
Чешский	4
Турецкий, японский	3
Сербский, китайский	2
Латышский	1
<b>ИТОГО</b>	<b>10393</b>



Рис. 4. Количество дел по годам

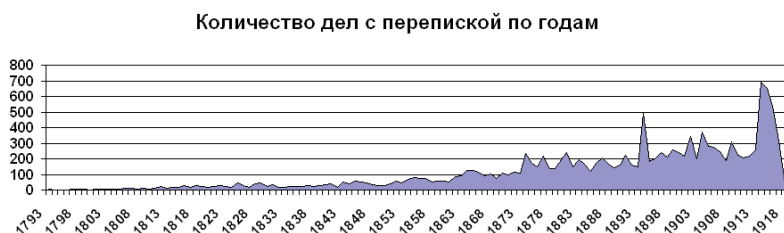


Рис. 5. Количество дел с перепиской по годам

Как видим, по числу упоминаний в БД дел на иностранных языках лидируют три основных европейских языка: французский, немецкий и английский. Причем французский — с большим отрывом (почти 6000 упоминаний), что вполне объяснимо для XIX в., а всего в БД упоминаются документы почти на 20 языках, в том числе и на восточных — арабском, персидском, китайском и японском.

Тематические дескрипторы, содержащиеся в поле «Ключевые слова» и не относящиеся к видам документов (234 понятия), можно объединить в шесть основных тематических групп. Статистика упоминаний по тематическим группам выглядит следующим образом:

Государственное устройство	8082
Дом Романовых	5626
Здравоохранение; искусство; культура; образование; наука; религия	2748
Общество	2155
Экономика	1161
Предметы	31

Как видно, основные тематические группы базы данных распределялись следующим образом: на первом месте государственное устройство, затем следуют документы, относящиеся к Дому Романовых, и др. Дальнейший анализ понятий предметно-тематического указателя дает представление о других темах и конкретных событиях, нашедших отражение в документах данного комплекса.

Среди документов личных фондов царской династии Романовых широко представлены материалы о внешней политике Российской империи, связях с зарубежными странами и др. Внешнеполитические вопросы упоминаются в БД 663 раза. Статистика упоминаний, вопросов, связанных с внешнеполитической деятельностью, представлена ниже:

Визиты международные (иностранцев в Россию)	31
Дипломатические переговоры, мирные договоры и т.д.)	148
Дипломаты	23
Конгрессы	5
Конференции	2
Конференции международные	6
Посольства	8

Статистика дел в БД, связанных с войнами, которые вела Россия, следующая:

<b>Войны (всего)</b>	<b>1597</b>
Войны (боевые действия)	598
Войны (организация помощи раненым, больным и инвалидам, членам семей воинов и др.)	450

Как видно, войны, различные аспекты военных действий и связанные с войнами мероприятия упоминаются более тысячи раз. В БД можно найти сведения о следующих наиболее часто упоминаемых войнах:

Кавказская война	8
Крымская война	101
Отечественная война 1812 г.	17
Первая мировая война	1011
Русско-турецкие войны 1828–1829 и 1877–1878 гг.	134
Русско-японская война	204

По числу упоминаний с большим отрывом лидирует крупнейшая война эпохи, самая кровавая и самая жестокая, повлекшая огромные беды для России — Первая мировая, чуть более 1000. Затем с большим отрывом следуют Русско-японская (204 упоминания), Русско-турецкие 1828–1829 и 1877–1878 гг. (134 упоминания) и Крымская (101 упоминание) войны.

Достаточно широко в БД представлены материалы о развитии вооруженных сил страны:

<b><i>Вооруженные силы (всего)</i></b>	<b>2406</b>
В т.ч.: авиация и воздухоплавание	36
Вооружение	62
Всеобщая воинская обязанность	33
Крепости	41
Маневры	156
Мобилизация	2
Обучение	130
Тыловое обеспечение	53
Тактика	1

Необходимо отметить, что представленные в БД сведения, относящиеся к развитию вооруженных сил, достаточно разнообразны — здесь и вооружения (включая новейшие, как например, авиация), всеобщая воинская повинность, обучение военному делу, маневры, тыловое обеспечение и др. Это вполне объяснимо — многие из Романовых были связаны с военным делом, служили в армии и принимали участие в боевых действиях.

С помощью хранящихся в базе данных именного, географического указателей, указателя учреждений и организаций возможен анализ информации и по этим аспектам. Так, наиболее упоминаемыми учреждениями и организациями в БД (из 2808 наименований) являются:

*База данных «Документальное наследие...»*

---

<i>Учреждения и организации</i>	<i>Количество упоминаний</i>
Государственный совет	155
Российское общество Красного Креста	85
Академия художеств	82
Военное министерство	65
Государственная дума	63
Двор великого князя Павла Александровича	62
Контора двора великого князя Владимира Александровича	59
Министерство внутренних дел	57
Правительствующий Сенат	52
Ведомство учреждений императрицы Марии	48
Министерство иностранных дел	41
Петербургский военный округ	38
Министерство финансов	36
Совет Министров	31
Морское министерство	30
Сибирская железная дорога	28
Склад великой княгини Марии Павловны	28

Среди государственных учреждений наиболее часто упоминается Государственный совет (155 упоминаний), гораздо реже Военное министерство (65 упоминаний), Государственная дума (63 упоминания), Правительствующий Сенат (52 упоминания), Совет Министров (31 упоминание) и др. В то же время Российское общество Красного Креста упоминается чаще многих государственных учреждений — 85 раз, гораздо чаще, чем многие государственные учреждения, что лишний раз подчеркивает широкий размах благотворительной деятельности членов царского дома.

Среди географических понятий (из 1001 наименования) наиболее широко в БД представлены следующие:

<i>География</i>	<i>Количество упоминаний</i>
Россия	27909
Германия	1287

Франция	404
Великобритания	362
Греция	359
Санкт-Петербург	358
Польша	304
Дания	288
Украина	266
Москва	236
Турция	198
Пруссия	195
Финляндия	154
Китай	132
Италия	127
Австрия	112
Япония	112
Белоруссия	109
Кавказ	97
Австро-Венгрия	92

Лидирует упоминание России, среди российских – Москва и Санкт-Петербург, а среди регионов страны — Украина, Финляндия, Белоруссия и Кавказ.

Статистика упоминаний в БД по отдельным странам выглядит следующим образом:

<i><b>Страны</b></i>	<i><b>Количество упоминаний</b></i>
Германия (Пруссия)	1482
Франция	404
Великобритания	362
Греция	359
Дания	288
Турция	198
Китай	132
Италия	127
Австро-Венгрия (Австрия)	204
Япония	112
Болгария	81

База данных «Документальное наследие...

---

Румыния	65
Швеция	61
Испания	44
Нидерланды, Черногория	40
Сербия	39
Бельгия	33
Индия	22
Швейцария	20
Корея, Норвегия	18
Египет, Палестина	14
Португалия	12
Сиам	11
Афганистан	9
Монголия	8
Иран	6
Бухарский эмират, Монако, Тибет	5
Абиссиния (Эфиопия), Босния и Герцеговина	3
Австралия, Албания, Алжир, Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Индонезия, Мексика, Новая Зеландия, Филиппины, Цейлон	2
Бухарское ханство, Индокитай, Индостан, Ирак, Ирландия, Йемен, Канада, Конго, Мальта, Марокко, Моравия, Сирия, Тунис, Эквадор	1

Среди иностранных государств наиболее часто в БД упоминается Германия (1287 упоминаний), более чем в 3 раза меньше Франция (404 упоминания), затем следуют Великобритания (362 упоминания), Греция (359 упоминаний), Дания (288 упоминаний) и Турция (198 упоминаний). Данная частота упоминаний в БД вполне объяснима: Германия — близкий сосед, в то же время одна из крупнейших стран Европы, с которой у России были давние связи. У Романовых еще с петровских времен были тесные родственные связи с немецкими королевскими домами. Близких родственников имели Романовы в Греции и Дании.

Наиболее упоминаемые персоналии в БД (из 11975 персоналий):

<i>Персоналии</i>	<i>Кол-во упоминаний</i>
Николай II, император	358
Долгорукова Е.М.	244
Александра Иосифовна, великая княгиня	240
Александр II, император	214
Константин Константинович, великий князь	192
Александр III, император	183
Олег Константинович, великий князь	181
Мария Федоровна, императрица	174
Елена Владимировна, великая княгиня	157
Александр Михайлович, великий князь	145
Михаил Николаевич, великий князь	144
Владимир Александрович, великий князь	139
Александра Федоровна, императрица (жена Николая I)	125
Михаил Павлович, великий князь	123
Александра Федоровна, императрица	119
Игорь Константинович, великий князь	110
Мария Георгиевна, великая княгиня	106
Елизавета Маврикиевна, великая княгиня	106
Ольга Константиновна, королева Греции	104
Луиза, королева Дании	100

Анализ упоминаний персоналий по БД дал любопытные результаты. Лидерами здесь являются императоры, императрицы и великие князья, но при этом на втором месте находится светлейшая княгиня Е.М. Долгорукова — морганатическая жена императора Александра II.



### *База данных «Документальное наследие...»*

---

В ходе анализа содержания базы данных было проведено выявление дел, связанных с государственной, политической и общественной деятельностью членов семьи Романовых. Выборка информации производилась по полям (уровень 1–4), представляющим разделы описей. Используя связи с отдельной таблицей базы данных (разделы «Императоры», «Императрицы» и т.п.), информация была сгруппирована в соответствии с этими разделами:

<i>Раздел</i>	<i>Кол-во упоминаний</i>
Императоры	1831
Императрицы	61
Великие князья	1237
Великие княгини	1008
Великие княжны	67
<b>Итого:</b>	<b>4204</b>

Такая группировка сведений дает представление о занятиях и деятельности различных представителей семьи Романовых. В фондах императриц, великих княгинь и княжон отложившиеся документы преимущественно связаны с их общественной деятельностью, за исключением фондов последней российской императрицы Александры Федоровны (ф. 640) и великой княгини Ольги Константиновны, королевы Греции (ф. 43), в делах которых нашла отражение и их государственная деятельность. Статистика дел, отражающих благотворительную деятельность семьи Романовых, выглядит следующим образом:

<i>Раздел</i>	<i>Кол-во упоминаний</i>
Императоры	10
Императрицы	150
Великие князья	32
Великие княгини	307
Великие княжны	32
<b>Итого</b>	<b>531</b>

Как видим, по числу дел о благотворительности лидируют личные фонды императриц и великих княгинь — вместе это более 300 упоминаний, значительно больше, чем в других фондах. Эта тенденция начала складываться еще в эпоху Марии Федоровны — жены императора Павла I и матери императоров Александра I и Николая I, которая очень активно занималась благотворительной деятельностью. Статистику упоминаний в БД о благотворительной деятельности по годам можно представить в виде следующего графика (см. рис. 6).

Данный график показывает, что пик благотворительной деятельности по материалам романовских фондов падает на Русско-японскую и Первую мировую войны, что вполне объяснимо. Объем дел с благотворительностью в годы Первой мировой войны достиг очень большой величины, многократно превысив показатели за предшествующий период. Были также отдельные всплески в 1900, 1910 гг. и др. Возможность наглядно представлять распределение количественных данных по любому аспекту поиска по годам позволяет делать довольно интересные выводы и предположения.

Очень интересные данные дает анализ распределения по годам содержащихся в БД сведений о развитии революционного движения в России (см. рис. 7). Рост числа упоминаний идет по нарастающей, пики приходится на 1860 г. (предреформенный период), 1880–1881 гг. — разгул террора народолюбцев и убийство императора Александра II, рубеж XIX–XX вв. — начало издания «Искры», газеты «Освобождение» и других революционных и демократических изданий, канун революции 1905–1907 гг. Кульминация упоминаний революционного движения в БД в равных объемах приходится на 1905 и 1917 гг. Причем любопытна динамика упоминаний в БД революционного движения в период Первой российской революции 1905–1907 гг., когда четко прослеживается высший подъем революции в 1905 г. и резкий ее спад в 1906 и 1907 гг.

Хотя Романовы и жили изолированно от народа, были далеки от него, тем не менее они были вынуждены каким-то образом реагировать на политическую ситуацию в России. Бурные события начала XX в. находили отражение и в их личных материалах — дневниках, переписке и др.

Сведения о количестве упоминаний в БД о поездках членов императорского дома по стране и заграничных путешествиях Романовых можно представить в виде следующего графика (рис. 8).

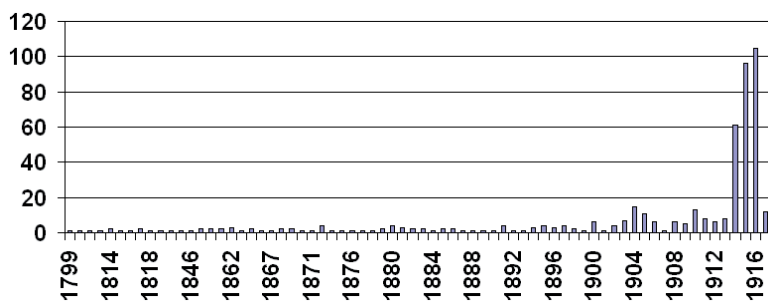


Рис. 6. Количество дел с материалами о благотворительной деятельности



Рис. 7. График числа упоминаний в БД революционного движения в России (по годам)

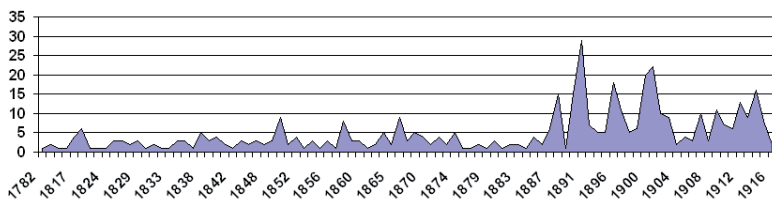


Рис. 8. Количество дел с материалами о поездках Романовых

График показывает, что пик упоминаний о поездках приходится на период рубежа XIX–XX вв. (1891–1904 гг.), в частности, на время заграничного путешествия наследника престола великого князя Николая Александровича (1890–1891 гг.), а также на 1908–1916 гг. Определенное увеличение числа упоминаний о поездках отмечается с 1817 по 1824 г. Это связано с путешествиями детей Павла I великих князей Михаила Павловича, Николая Павловича и императрицы Марии Федоровны, их матери. Конечно, эти данные требуют дополнительного исследования, в них может быть много случайного. Например, известно, что император Александр I любил путешествовать. Недаром современники оставили по этому поводу едкую эпиграмму: «Всю жизнь провел в дороге и умер в Таганроге». Однако в его фонде представлено только одно дело с маршрутами поездок.

Подводя первые итоги исследования информационной насыщенности описей документального комплекса династии Романовых, хранящихся в архиве, с использованием возможностей, предоставляемых компьютерными технологиями, можно сделать вывод об актуальности и перспективности данного опыта.

Созданная база данных «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ» не только позволяет быстро и оперативно ориентировать исследователей в структуре, составе и содержании уникальнейшего документального комплекса материалов царской семьи XIX — начала XX в., отложившихся в ГА РФ, но и дает возможность аналитического источниковедческого исследования данной коллекции документов.

В основе предлагаемой методики лежит источник-ориентированный подход к обработке больших баз данных. Намеченные пути обработки информации и результаты проведенного первичного анализа дают основание считать, что созданная база данных будет иметь большое научное и практическое значение, которое заключается также в ее универсальности и возможности использования с любым другим электронным ресурсом, созданным на базе архивных описей (в рамках одного или целого ряда фондов). В связи с этим возрастает значение самих архивных описей и как основного справочника системы научно-справочного аппарата архивов, и как своеобразного исторического источника, который, будучи представлен в формате электронной базы данных, открывает новые возможности для исследователей.

**Примечания**

- <sup>1</sup> Автократова М.И., Буганов В.И. Сокровищница документов прошлого. М., 1986. С. 49.
- <sup>2</sup> Софинов П. Государственный архив бывшей Российской империи // Архивное дело. 1937. № 2. С. 14–15; Автократова М.И., Буганов В.И. Указ. соч. С. 49, 55.
- <sup>3</sup> Додонов Б.Ф., Копылова О.Н., Мироненко С.В. Первые издания документального наследия Николая II и членов его семьи в России и за границей. Историки-археографы В.Н. Сторожев и А.А. Сергеев и их вклад в публикацию романовских бумаг (1918–1920-е гг.) // Архивист и историк — сотрудничество в контексте современной науки и культуры: материалы междунар. конф. СПб, 2007. С. 118–128; Додонов Б.Ф., Копылова О.Н., Мироненко С.В. Из истории публикации документов царской семьи в 1918–1920-е гг. // Отечественные архивы. 2007. №1. С. 3–18. Кроме того, ряд статей, подготовленных в рамках настоящего проекта, находится в редакции издательства РГГУ, готовящей к изданию очередные тома «Трудов Историко-архивного института».

*О.Ю. Бушueva*

**База данных  
«Безвозвратные людские потери  
Куйбышевской области в годы Великой  
Отечественной войны (1941–1945)» и ее анализ**

Изучение проблемы безвозвратных людских потерь СССР в годы Великой Отечественной войны — одна из наиболее сложных и актуальных задач отечественной исторической науки. Подробная информация об этом в течение длительного периода была скрыта от общественности и недоступна для ученых.

В современном обществе возможности исследователей значительно расширились в связи с появлением новых информационных технологий. Компьютерный анализ источников представляет собой одну из перспективных областей применения методов математики и информатики в исторических исследованиях. Одно из наиболее разработанных направлений в исторической информатике сегодня — создание баз данных, которые применяются теперь и для подсчета и анализа безвозвратных людских потерь.

В 2006 г. под руководством Министерства обороны РФ начата работа по созданию обобщенного компьютерного банка данных, содержащего информацию о защитниках Отечества, погибших и пропавших без вести в годы Великой Отечественной войны, а также в послевоенный период (ОБД «Мемориал»). Военно-мемориальным центром ВС РФ проведена уникальная по масштабам, технологии

и срокам исполнения работа, в результате которой создана и размещена в сети Интернет информационно-справочная система глобального значения, не имеющая аналогов в мировой практике.

Сведения для наполнения обобщенного банка данных взяты из официальных архивных документов, хранящихся в Центральном архиве Минобороны РФ и в Военно-мемориальном центре ВС РФ. Основной массив документов — это донесения боевых частей о безвозвратных потерях, другие архивные документы, уточняющие потери (похоронки, справки госпиталей и медсанбатов, трофейные карточки советских военнопленных и т.д.), а также паспорта захоронений советских солдат и офицеров. Электронный ресурс содержит информацию о звании погибшего, части, в которой он служил, дате и причине смерти (убит, умер от ран, пропал без вести) и месте захоронения, но нет указаний на место рождения или призыва, поэтому он не может стать источником для исследования людского урона отдельных регионов. Здесь на помощь приходят электронные Книги Памяти, созданные на основе печатных изданий, так как они являются источником, позволяющим реконструировать объективную картину потерь СССР и регионов России и дополнить ОБД «Мемориал». Они существуют уже во многих субъектах РФ и бывшего СССР.

Книга Памяти Самарской области (в годы войны — Куйбышевской) — одна из крупнейших и насчитывает 22 тома. На ее основе создана электронная база данных. В процессе работы использованы также материалы Центрального архива Министерства обороны РФ, где было выявлено 20 погибших уроженцев Куйбышевской области, не вошедших в Книгу Памяти<sup>1</sup>. О 16 персоналиях была получена дополнительная информация<sup>2</sup>.

К целям создания нового электронного ресурса мы относим:

— установление общей цифры безвозвратных людских потерь Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны;

— исследование безвозвратных людских потерь Красной армии на примере уроженцев региона;

— создание совокупности данных безвозвратных людских потерь, позволяющей модифицировать и редактировать ее содержимое;

— увековечение памяти павших воинов на фронтах Великой Отечественной войны и выполнение нравственной максимы: «Никто не забыт, ничто не забыто»;

— частичное решение проблемы установления судьбы погибшего на фронте родственниками. Особенно актуально это для граждан иностранных государств, для которых информация печатного издания Книги Памяти остается практически недоступной.

За основу создания банка данных выбрана СУБД Microsoft Access. Выбор данного программного обеспечения обоснован следующими причинами:

— широкое распространение данной СУБД; наличие гибкой и функциональной интегрированной среды, позволяющей решать задачи по обслуживанию и функционированию базы данных без создания специальных программ;

— совместимость с любым приложением Microsoft Windows и практически со всеми современными СУБД, что позволяет при необходимости экспортировать базу данных в другой формат;

— возможность визуального объективного проектирования форм, запросов, отчетов; включение в нее графических объектов, что дает возможность создавать собственные интерфейсы;

— возможность просмотра, корректировки и добавления новых данных специалистами.

Достоинством ее структуры является простота выборки из таблиц информации по каждой учетной записи, за счет чего ускоряется статистическая обработка данных и их выборка для построения диаграмм и отчетов, а также возможность добавления в нее новых учетных записей и полей, что позволяет постоянно пополнять информационный потенциал источника. Помимо этого, база данных обладает следующими чертами:

— интегрированность — централизованное хранение информации;

взаимосвязанность и структурированность, отражающие существенные свойства объектов реального мира;

— точное воспроизведение содержания источника;

возможность поиска и анализа данных;

— независимость описания данных от прикладных программ (обеспечение их логической и физической независимости), т.е. изменения, касающиеся логической структуры данных, не должны влиять на их расположение в памяти системы.

Общий объем базы данных безвозвратных людских потерь составляет 112 Мб, насчитывает 216 900 персоналий погибших и является одним из крупнейших электронных источников среди существующих



аналогов Книги Памяти в регионах. Нами впервые получено число погибших уроженцев Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны, имеющее под собой научную основу.

База данных содержит 34 таблицы по числу городов и сельских районов области, однотипные по своей структуре, каждая из них включает двенадцать полей: порядковый номер, фамилия, имя, отчество погибшего, дата рождения, воинское звание, причина гибели, месяц гибели, год гибели, место гибели/захоронения, страна захоронения. Десять полей повторяют структуру печатного издания Книги Памяти, «страна захоронения» добавлена и заполнена для получения более полных сведений. База данных предполагает два типа данных: числовой и текстовый.

Для реконструкции картины потерь населения Куйбышевской области поставлены следующие задачи:

1. Привести социально-демографическую характеристику безвозвратных людских потерь Куйбышевской области: доля городского и сельского населения, половозрастной состав погибших, воинское звание, причина гибели, а также сравнить их с общими потерями СССР.

2. Проследить динамику потерь уроженцев Куйбышевской области по годам, периодам, кампаниям и стратегическим операциям войны и изучить факторы потерь Вооруженных Сил СССР на различных этапах боевых действий.

В таблице 1 представлена информация о соотношении довоенной численности населения, числа мобилизованных и погибших уроженцев 27 сельских районов и 6 городов в современных территориальных рамках региона. Самая объемная таблица в базе данных принадлежит Куйбышеву — 67 518 персоналий, сравнительно небольшая таблица посвящена погибшим Жигулевска — 311 человек.

С установлением числа мобилизованных по ряду районов и городов возникли трудности. Дело в том, что в ряде районов и городов (Безенчукский, Кинельский, г. Куйбышев и др.) был слабо организован учет военнообязанных. В сельских районах персональный учет находился в ведении секретарей сельских Советов, многие из которых слабо знали основы военно-учетного дела. В связи с мобилизацией в армию работников сельских Советов с текущим учетом стало еще хуже. Неполная информация о числе мобилизованных в годы войны усложняет дальнейший анализ.

Таблица 1

Соотношение довоенной численности населения, числа мобилизованных и погибших уроженцев городов и сельских районов Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.)

Район	Население на январь 1941 г., чел. <sup>3</sup>	Число мобилизованных, чел.	% призванных	Число погибших, чел.	Число погибших к числу мобилизованных, %
<i>Сельские районы</i>					
Алексеевский	21869	3557	16,2	2146	60,3
Безенчукский	33825	н/д <sup>4</sup>	н/д	4004	н/д
Больше-Глушицкий	23181	6500	28	2568	39,5
Больше-Черниговский	17980	н/д	н/д	1699	н/д
Богатовский	28619	5230	18,2	2886	55,2
Борский	30192	8057	26,6	5714	70,9
Волжский	н/д	14244	н/д	6604	н/д
Елховский	33539	н/д	н/д	3204	н/д
Иса克林ский	39764	10000	25	4275	42,8
Камышлинский	27405	н/д	н/д	4054	н/д
Кинельский	44705	н/д	н/д	6256	н/д
Кинель-Черкасский	37591	11300	30	8168	72,3
Клявлинский	32087	8000	24,9	4467	55,8
Кошкинский	41243	9704	н/д	5804	н/д
Красноармейский	н/д	3500	н/д	2881	н/д
Красноярский	25477	н/д	н/д	6172	н/д

## Окончание таблицы 1

Район	Население на январь 1941 г., чел. <sup>3</sup>	Число мобилизованных, чел.	% призванных	Число погибших, чел.	Число погибших к числу мобилизованных, %
Нефтегорский	н/д	н/д	н/д	2428	н/д
Пестравский	23151	4254	18,3	2619	61,6
Похвистневский	48892	15000	30,6	9201	61,3
Приволжский	26201	н/д	н/д	4202	н/д
Сергиевский	54457	9000	16,5	7725	85,8
Ставропольский	45982	4208	9,1	2858	67,9
Сызранский	35662	5000	14	3790	75,8
Челно-Вершинский	31815	5500	н/д	5009	н/д
Шенталинский	32524	8100	24,9	4565	56,4
Шигонский	32093	н/д	н/д	4927	н/д
Хворостянский	21719	4000	18,4	2803	70
Итого по сельским районам				121029	
Средний показатель			21,4		62,5
<b>Города</b>					
Куйбышев	529000	н/д	н/д	67518	н/д
Сызрань	126000	16700	13,6	10756	64,4
Тольятти	н/д	н/д	н/д	4506	н/д
Жигулевск	н/д	н/д	н/д	311	н/д
Октябрьск	20000	4000	20	1897	47,4
Чапаевск	58050	18000	31	6299	34,9
<b>Итого по городам</b>				<b>91287</b>	
<b>Средний показатель</b>					<b>48,9</b>
Число погибших, место призыва которых не установлено					
<b>Итого по области</b>				<b>216900</b>	

**Распределение безвозвратных людских потерь  
СССР и Куйбышевской области в годы Великой  
Отечественной войны (1941–1945 гг.)  
по возрасту**

<b>Возраст, лет</b>	<b>Число погиб- ших, СССР<sup>7</sup>, тыс. чел./</b>	<b>% погибших, СССР</b>	<b>Число погибших по области, чел.</b>	<b>% погибших по области</b>
20 и моложе	1560,3	18	36242	16,7
21–25	1907,0	22	22178	10,2
26–30	1517,0	17,5	34971	16,1
31–35	1430,3	16,5	33848	15,6
<b>Итого 20–35</b>	<b>6414,6</b>	<b>74</b>	<b>127239</b>	<b>58,7</b>
36–40	1040,2	12	27757	12,8
41–45	693,5	8	13227	6
46–50	433,4	5	5177	2,4
51 и старше	86,7	1	498	0,2
<b>Итого 36–51</b>	<b>2253,8</b>	<b>26</b>	<b>46659</b>	<b>21,5</b>
Нет данных			43003	19,8
<b>Всего</b>	<b>8668,1</b>	<b>100</b>	<b>216901</b>	<b>100</b>

Наиболее высокий процент призванных от общей численности населения наблюдается в Похвистневском (30,6%), Борском (26,6%), Иса克林ском (25%) районах, г. Чапаевске (31%). Средний показатель мобилизованных в сельских районах составляет 21,4%, в городах этот показатель высчитать невозможно в силу отсутствия сведений по ряду районов и городов по некоторым параметрам сравнения.

Самая большая доля погибших от общего числа мобилизованных за годы войны наблюдается в Сызранском (75,8%), Борском (70,9%) и Хворостянском (70%) сельских районах. В городах первое место по людскому урону занимает Сызрань (64,4%). Средний показатель безвозвратных людских потерь от числа призванных в сельских районах составляет 62,5%, в городах — 48,9%, что говорит о жертвенном подвиге села не только в тылу, но и на фронте.

В ходе анализа базы данных безвозвратных людских потерь нами выявлен возрастной состав погибших (табл. 2). Мы провели также сравнительный анализ возрастных категорий погибших Куйбышевской области и СССР в целом. В годы войны были призваны военнообязанные начиная с 1890 по 1927 г.р., т.е. 38 возрастов, из которых 10 приходится на старшее поколение и по 14 — на среднее и молодежь<sup>6</sup>.

74% погибших по СССР приходится на возраст от 20 (и моложе) до 35 лет. По Куйбышевской области этот показатель несколько ниже — 58,7%, однако в печатном издании Книги Памяти велико число погибших без указания даты рождения (19,8%), возраст многих из них, предположительно, мог быть до 35 лет. Таким образом, жертвами войны оказались в основном самые молодые и дееспособные люди. Соотношение числа погибших в возрастной категории от 36 лет и старше различается менее значительно (26 и 21,5% для СССР и Куйбышевской области соответственно).

Несмотря на то, что крайний возраст призыва приходился на людей 1927 г.р., на фронте воевали и более молодые люди, поэтому в Книге Памяти мы находим погибших 1928–1929 годов рождения. Самыми старшими участниками боевых действий, не вернувшись с фронта, стали воины 1878 года рождения. Однако основная масса мобилизованных и, следовательно, погибших приходится на 1890–1927 годы рождения (рис. 1). Максимальное число потерь приходится на рожденных в 1923 г. — 8741 человек (4,03% от общего числа потерь области). Немного меньше уровень потерь среди военнослужащих 1912 г.р. — 8176 чел., 1914 г.р. — 7499 чел., 1924 г.р. — 7662 чел. Относительно меньшие цифры потерь имеются для тех годов рождения, прирост в которые был меньше из-за тех же причин. Так, призывы 1916 и 1917 г.р., рождаемость в которые из-за Первой мировой войны была намного ниже мирных лет, в Великой Отечественной войне потеряли солдат в меньшем количестве (5431 и 4478 чел. соответственно).

В годы Великой Отечественной войны мобилизации подверглись не только мужчины, но и женщины. Всего на фронте погибло 645 уроженок Куйбышевской области.

Электронная версия Книги Памяти Самарской области дает возможность рассмотреть распределение безвозвратных людских потерь по воинским званиям и соотнести их с потерями СССР (рис. 2). Основная масса жертв приходится на рядовых — 156 427 чел. (72,1%)

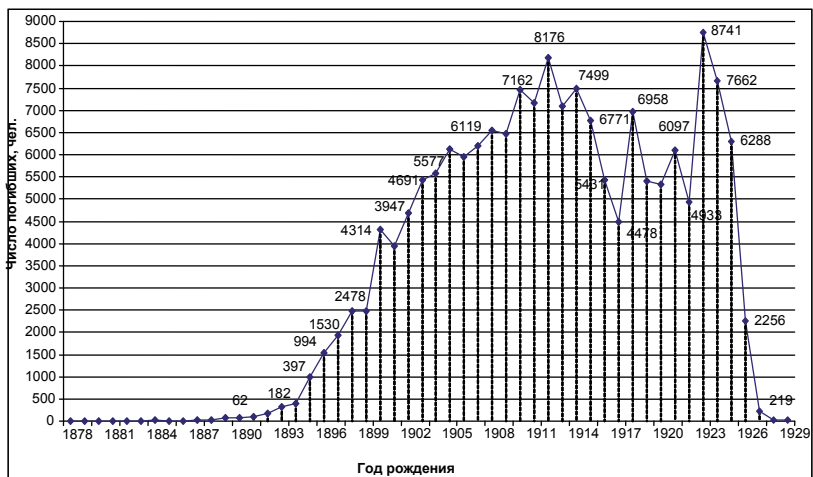


Рис. 1. Распределение безвозвратных людских потерь Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны (1941–1945) по годам рождения

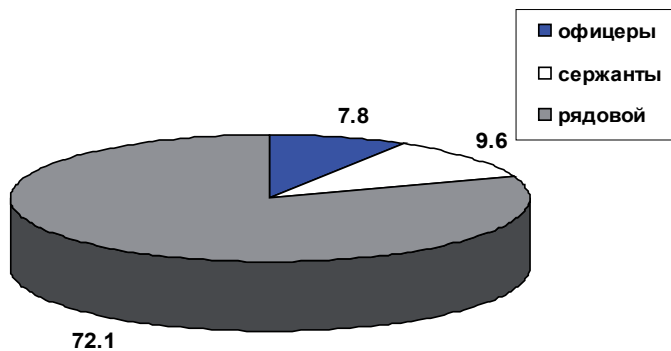


Рис. 2. Соотношение безвозвратных людских потерь Куйбышевской области по категориям военнослужащих

**Распределение безвозвратных людских потерь  
Куйбышевской области по воинским званиям**

<b>Воинское звание</b>	<b>Число погибших, чел.</b>	<b>% погибших от общего числа потерь</b>
Генерал	10	0,005
Полковник	53	0,03
Подполковник	141	0,07
Майор	927	0,4
Капитан	1255	0,6
Старший лейтенант	2547	1,2
Лейтенант	5981	2,8
Младший лейтенант	4832	2,2
Старший сержант	4364	2
Сержант	11920	5,5
Младший сержант	4573	2,1
Политрук	1074	0,5
Ефрейтор	2357	1
Старшина	2718	1,3
Рядовой	151352	69,8
Воинские звания, не вошедшие в перечень	7812	3,6
Нет данных	14984	6,9

от общего числа потерь области (включая ефрейторов и старшин). Удельное число офицеров и сержантов в действующей армии по сравнению с рядовыми гораздо ниже, поэтому урон среди них также меньше — 16 820 (7,8%) и 20 857 чел. (9,6%) соответственно (рис. 2, табл. 3).

Более детальное распределение потерь по воинским званиям представлено в таблице 3. Среди офицеров наибольшее число погибших приходится на младший офицерский состав: «лейтенант» — 2,8%, «младший лейтенант» — 2,2%. Среди офицеров высшего звена людской урон гораздо ниже. Минимальное число потерь мы видим среди генералов — всего 10 человек (0,005%).

У 6,9% персоналий базы данных указание на воинское звание отсутствует.

**Распределение погибших уроженцев  
Куйбышевской области  
в 1941–1945 гг.**

Причина гибели	Год гибели, чел.					Отсутствуют данные о дате гибели	Итого
	1941	1942	1943	1944	1945		
Погиб	29966	58236	48771	27197	12243	381	176794
Умер от ран	724	3929	4922	3793	2072	294	15734
Погиб в плену	357	709	377	291	30	59	1823
Умер от болезни	54	372	281	279	183	19	1188

Электронный ресурс позволяет провести анализ людских потерь по причине смерти. В печатном издании Книги Памяти под ними значатся такие, как «погиб», «умер от ран», «умер в плену», «умер от болезни», «пропал без вести». Самой многочисленной категорией являются персоналии с указанием в качестве причины гибели — «погиб» (в бою). Как видно из таблицы 4, данная категория погибших во все годы войны была самой массовой. Наибольшее число погибших в бою приходится на 1942 г. — 32,9% от общего числа погибших по этой причине, или 26,8% от общего числа безвозвратных потерь Куйбышевской области.

Наглядным отображением событий на фронте является число умерших от ран в разные годы войны. В 1941 г. наши войска вели ожесточенные оборонительные бои, отступали, нередко попадая в окружение. Многие раненые оставались на поле боя, занятом противником, и попадали в число пропавших без вести. Поэтому число умерших от ран в 1941 г. сравнительно невелико — в Куйбышевской области оно составило 4,6% от общего числа умерших от ран в период войны. Пик численности умерших от ран в госпиталях и на этапах эвакуации с поля боя приходится на 1943 г. — 31,3%.

Категория военнослужащих, умерших на фронте от болезней, немногочисленна. На 1942 г. приходится наибольшее количество случаев гибели по этой причине.



**Соотношение потерь  
Куйбышевской области и СССР**

Причина гибели	Число погибших по Куйбышевской области, %	Число погибших СССР, % <sup>8</sup>
Погиб	81,5	46
Умер от ран	7,6	9,8
Умер от болезни	0,6	4,8
Погиб в плену, пропал без вести	7,6	39,4

6,7% военнослужащих пропало без вести. Невозможно проследить распределение потерь по этой причине по годам войны, так как в Книге Памяти отсутствует дата гибели у воинов, пропавших без вести. В эту категорию потерь попадали также раненые, которые могли умереть или попасть в плен.

Был проведен также сопоставительный анализ людского урона области и страны в целом по причине гибели. Здесь обнаружилось несоответствие в распределении потерь по причинам смерти «погиб» (81,5 и 46% Куйбышевская область и СССР соответственно) и «погиб в плену, пропал без вести» (7,6 и 39,4% Куйбышевская область и СССР соответственно). Объясняется это тем, что число погибших в плену и пропавших без вести по СССР было высоким в первые месяцы войны — 52,2% от общих потерь. Потери куйбышевцев же в 1941 г. относительно невысоки (14% от общего числа потерь области за годы войны). Так как регион удален от западных границ страны, мобилизация потребовала какого-то времени, к тому же здесь формировались воинские резервные соединения, которые были отправлены на фронт позднее (табл. 5). Пик потерь области приходится на 1942–1943 гг. — 30,3 и 25,2% соответственно, когда число пропавших без вести и попавших в плен снижается и преобладает причина гибели «погиб».

База данных погибших уроженцев Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны позволяет изучить динамику потерь

**Соотношение безвозвратных людских потерь  
Куйбышевской области и СССР по годам войны  
(1941–1945 гг.)**

Год	Число погибших Куйбышевской области, чел.	% погибших	Число погиб- ших СССР <sup>9</sup> , чел.	% погибших
1941	30508	14,0	3137673	27,8
1942	65720	30,3	3258216	28,9
1943	54672	25,2	2312429	20,5
1944	32130	14,8	1763891	15,6
1945	10017	4,6	812848	7,1

уроженцев региона по годам, периодам и стратегическим операциям, а также географию захоронений. Эти сведения можно получить с помощью информационных полей «Месяц гибели», «Год гибели», «Место гибели/захоронения», «Страна гибели/захоронения».

Соотношение потерь области по годам войны имеет свою специфику по сравнению с СССР. Для Куйбышевской области самым кровопролитным стал 1943 г., тогда как для СССР — 1942 г. В целом общие потери государства более равномерны распределены по годам войны, нежели в изучаемом регионе (табл. 6).

В 1941 г. число погибших уроженцев Куйбышевской области по уже выясненным нами причинам сравнительно невелико — 14% от общего числа за все годы войны (табл. 6). В 1942–1943 гг. потери составили 30,3 и 25,2% соответственно. В 1944–1945 гг. число погибших значительно снижается — 14,8 и 4,6%. Несоответствие данных с общим числом жертв связано с отсутствием сведений о годе смерти у части военнослужащих.

Распределение потерь по годам и кварталам видно из таблицы 7. Ее данные подтверждают приведенную выше информацию о динамике числа погибших.

Наиболее высоким число павших куйбышевцев было в 4 квартале 1941 г. — 10,9% от общего погибших за годы войны, в 1 и 3 кварталах 1942 г. — 9,6% и 7,4% соответственно, в 3 квартале 1943 г. — 7,8%. Велико число персоналий Книги Памяти без указания месяца гибели.

**Безвозвратные людские потери  
по годам и кварталам войны**

Период войны		Число погибших, чел.	% погибших от общего числа потерь
Год	Квартал		
1941	III	4472	2,06
	IV	23594	10,9
	Без указания месяца гибели	2442	1,1
	Итого	30508	14
1942	I	20830	9,6
	II	10935	5,04
	III	16035	7,4
	IV	15118	7
	Без указания месяца гибели	2802	1,3
Итого	65720	30,3	
1943	I	17303	8
	II	6082	2,8
	III	16936	7,8
	IV	12338	5,7
	Без указания месяца гибели	2013	0,9
Итого	54672	25,2	
1944	I	10919	5,03
	II	5891	2,7
	III	7964	3,7
	IV	5783	2,7
	Без указания месяца гибели	1573	0,7
Итого	32130	14,8	
1945	I	5224	2,4
	II	3164	1,5
	Без указания месяца гибели	1040	0,5
	Итого	9428	4,6
Дальневосточная кампания (9.08–2.09.1945)		589	0,3

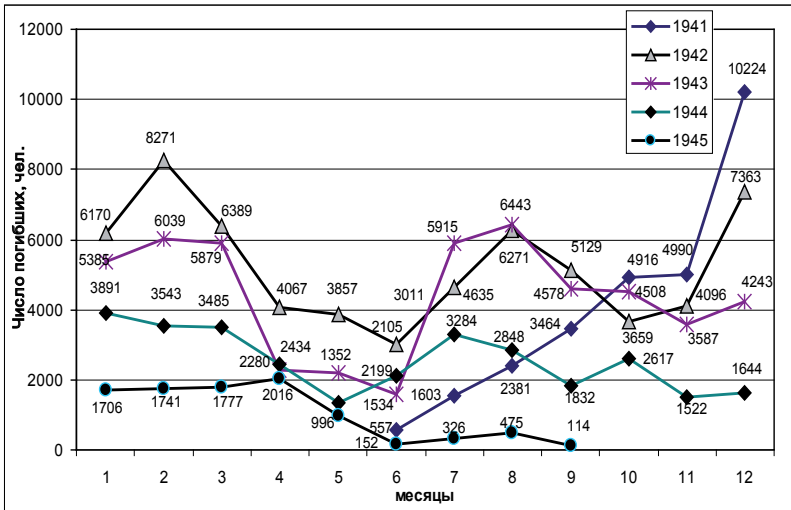


Рис. 3 Динамика безвозвратных людских потерь уроженцев Куйбышевской области по годам и месяцам Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.)

Следующий график (рис. 3) характеризует тяжелую фронтовую обстановку в течение всей войны. Хорошо заметно, что потери растут и уменьшаются в строгой зависимости от напряженности боевых действий на фронте. Число погибших в первые месяцы войны было сравнительно невелико, однако оно стремительно растет с каждым месяцем и в декабре 1941 г. достигает максимальной величины за весь период войны. Высоко число погибших также в феврале, марте, августе, декабре 1942 г., марте, июле–августе 1943 г. В эти периоды Красная Армия проводила ряд стратегических операций.

Таблица 8 иллюстрирует распределение безвозвратных людских потерь уроженцев Куйбышевской области по периодам, кампаниям и стратегическим операциям. Наибольшие безвозвратные потери куйбышевцы несли в оборонительных операциях первого периода войны, которые составили в общей сложности 86 063 чел., или 39,7% от общего числа безвозвратных людских потерь области за всю войну.

Таблица 8

**Безвозвратные людские потери уроженцев Куйбышевской области  
по периодам и кампаниям**

Наименование кампании, сроки проведения, кол-во суток	Кол-во операций	Людские потери		
		Число погибших, чел.	% потерь от общих потерь об- ласти	Среднесут. потери, чел
Первый период (22.06.41—18.11.42)				
Летне-осенняя (22.6—4.12.1941; 166 суток)	9	20284	9,4	122
Зимняя (5.12.1941—30.4.1942; 147 суток)	5	35121	16,2	239
Летне-осенняя (1.5—18.11.1942; 202 суток)	3	30658	14	152
Итого (515 суток)	17	86063	39,7	167
Второй период (19.11.42—31.12.43)				
Зимняя (19.11.1942—31.3.1943; 133 суток)	5	24666	11,4	185
Летне-осенняя (1.07.—31.12.1943 г.; 184 суток)	9	29274	13,5	159
Итого (317 суток)	14	53940	24,9	
Третий период (01.01.44—9.05.45)				
Зимне-весенняя (1.01.—31.5.1944; 152 суток)	3	14705	6,8	97
Летне-осенняя (1.6.—31.12.1944; 214 суток)	9	15852	7,3	74
Кампания в Европе (1.1.—9.5.1945; 129 суток)	7	8236	3,8	64
Итого (495 суток)	19	38793	17,9	
Кампания на Дальнем Востоке (9.8—2.9.1945; 25 суток)	1	589	0,3	43
Итого потерь (1352 суток)	51	179.863	83	133

Для первого периода войны характерна неудовлетворительная обеспеченность фронтов материальными средствами, в первую очередь боеприпасами и горючим. Военные операции предпринимались в условиях общего превосходства в силах и средствах на стороне противника, что неминуемо оплачивалось ростом потерь. Растерянность и упадок духа проявлялись даже в звене высшего командного состава. В начале войны существовал разрыв между теорией и практикой военного искусства. Это в свою очередь приводило к огромным потерям личного состава. В ходе оперативного развертывания не учитывались должным образом изменения обстановки, степень готовности противника, возрастание в его пользу соотношения сил. Не было четкой системы в планировании боевых действий.

В оборонительных стратегических операциях второго периода войны людские потери наших войск были меньше — 53 940 уроженцев региона или 24,9% от общего числа погибших. В третьем периоде войны Советские Вооруженные силы оборонительных операций, кроме Балатонской, не проводили. В наступательных стратегических операциях наблюдается тенденция к снижению числа безвозвратных потерь — 38 793 чел., или 17,9%.

Слабость материально-технической базы нашей армии была ликвидирована ко второму периоду войны благодаря героическим усилиям тружеников тыла, однако людские потери области оставались высокими в силу масштабности и значимости операций, проводимых на фронтах боевых действий. И лишь в третьем периоде войны число погибших, в том числе куйбышевцев, уменьшается.

Безвозвратные людские потери Куйбышевской области в Дальневосточной кампании (9.08—2.09.1945) сравнительно невелики — 589 чел., или 0,3% от общих боевых потерь области.

Таким образом, можно сделать вывод, что общей тенденцией динамики людских потерь было постепенное снижение их числа в кампаниях войны. Причинами этого явились повышение военного искусства Красной Армии, улучшение организации санитарно-медицинского обеспечения боевых действий (более 78% раненых и больных возвращались в строй)<sup>10</sup>, возросшая забота командования и руководства страны о сохранности личного состава и более эффективное использование оружия и боевой техники.

Особого внимания заслуживают данные о числе среднесуточных потерь. Каждые сутки на советско-германском фронте выбывало из строя в среднем 20 тыс. 869 чел., из них безвозвратно — около

**Данные о месте захоронения  
уроженцев Куйбышевской области**

<b>Область</b>	<b>Число захоронений, чел.</b>	<b>Область</b>	<b>Число захоронений, чел.</b>
Витебская	2546	Орловская	3282
Волгоградская	4354	Псковская	1960
Калужская	2013	Ростовская	2226
Курская	2188	Смоленская	6285
Ленинградская	6399	Сумская	599
Московская	1462	Тверская	4485
Новгородская	4606	Тульская	1202

8 тыс. чел.<sup>11</sup> Среднесуточные безвозвратные потери уроженцев Куйбышевской области составляют 133 чел. Самыми высокими они были в зимней кампании первого периода — 239 чел. и летне-осенних кампаниях 1942–1943 гг. — 152 чел. и 159 чел. соответственно.

Для более точного определения участия наших земляков в той или иной кампании или стратегической операции использована информация о месте гибели (захоронения). В ходе анализа базы данных выделено 14 областей, на которые в годы войны пришлось наибольшее потери уроженцев Куйбышевской области (табл. 9).

Кроме указанных в таблице областей, 38 299 погибших захоронены в других регионах Советского Союза. В их число вошли не только места боевых действий, но и тыловые области, куда эвакуировали бойцов, раненных на фронте и где часть из них умирала в госпиталях.

Составителям печатного издания Книги Памяти, к сожалению, не удалось выяснить место гибели и захоронения всех воинов, погибших при выполнении своего долга. Поэтому в базе данных отсутствуют сведения о месте гибели значительного числа персоналий — 120 946 чел., или 55,8%.

С помощью таблицы 10 можно более детально проанализировать участие наших земляков в стратегических операциях в ходе войны.

**Соотношение данных о месте захоронения погибших с годом гибели**

Область	Год гибели, чел.				
	1941	1942	1943	1944	1945
Витебская	44	124	1035	1395	3
Волгоградская	60	3548	973	34	8
Ленинградская	2301	2925	2508	1144	33
Московская	762	650	149	42	15
Новгородская	300	2720	1412	320	10
Орловская	152	684	2699	36	5
Смоленская	371	2923	2853	145	13
Тверская	423	2328	691	466	19

Бесстрастная статистика напоминает о первых героических и чаще трагических днях памятного 1941 г., о вероломном вторжении гитлеровского вермахта на территорию СССР, его внезапных рассекающих ударах по советским войскам, в числе которых были и куйбышевцы. Это тяжелые бои с превосходящим по численности и вооружению противником у границы, первые успешные контратаки, отчаянные попытки вырваться из окружения и плена.

Так, на рубеже Могилев–Речица прорыв противника сдерживали полки 21-й армии, в составе которой находились войска 63-го и 66-го стрелковых корпусов, сформированных в Приволжском военном округе<sup>12</sup>. С 1 по 30 июля 1941 г. 63-й стрелковый корпус в составе 21 армии потерял 118 чел. убитыми и умершими на этапах санитарной эвакуации, а также 108 чел. пропавшими без вести<sup>13</sup>.

Большие потери в декабре 1941 г. связаны с участием уроженцев области в битве за Москву. На подступах к столице успешно громила врага 10-я армия, сформированная в Поволжье. В защите столицы участвовали сотни тысяч воинов-волжан в составе 2-й армии и более 10 дивизий, сформированных на территории Поволжья<sup>14</sup>. Потери куйбышевцев в Московской области в 1941 и 1942 гг. составили 762 и 650 чел. соответственно.

В 1941 г. большие потери отмечены на территории Ленинградской области. Ленинградская оборонительная операция (10.07–30.09.1941) положила начало героической битве.



Во второй половине 1941 г. проводилась Тихвинская стратегическая наступательная операция (10.11–30.12.1941). Были созданы благоприятные условия для развертывания наступления на северо-западном направлении и перехода в контрнаступление, однако ценой больших потерь личного состава Красной Армии.

В ходе Ржевско-Вяземской наступательной операции (08.01–20.04.42) наши войска нанесли противнику серьезное поражение, полностью освободив Московскую и Тульскую области, многие районы Калининской и Смоленской областей. Этим объясняется большое число захоронений воинов-куйбышевцев на территории Тверской и Смоленской областей в этот период.

Летом и осенью 1942 г. внимание всего мира было приковано к Волге, где проходила величайшая битва Второй мировой войны. С июля 1942 г. в составе Сталинградского фронта героически сражалась 21-я армия, в составе которой служили сотни куйбышевцев<sup>15</sup>. В ожесточенных боях, развернувшихся в большой излучине Дона, а затем в самом городе, была сокрушена наступательная мощь врага, а затем окружены и уничтожены главные силы противника. Операции под Сталинградом сопровождались большими потерями. В базе данных Волгоградская область значится местом захоронения у 4,7% погибших.

В январе 1943 г. куйбышевцы участвовали и несли потери в операции по прорыву блокады Ленинграда, в результате которой войска Ленинградского и Волховского фронтов прорвали вражеское кольцо, что явилось переломным моментом в битве за город. Инициатива ведения боевых действий в этом направлении перешла к Красной Армии.

Разгром немецко-фашистских войск на Курской дуге имел далеко идущие военные, политические и дипломатические последствия, оказал решающее влияние на весь дальнейший ход не только Великой Отечественной, но и всей Второй мировой войны. Вооруженные силы противника были вынуждены перейти к обороне на всех театрах военных действий. В 1943 г. большие потери наши земляки понесли в Орловской области — 2699 чел.

В результате Ленинградско-Новгородской стратегической наступательной операции (11.01-1.03.1944) советские войска полностью сняли блокаду Ленинграда, освободили от оккупантов почти всю Ленинградскую, Новгородскую области, основную часть Калининской области и вступили на территорию Эстонии.

**Людские потери  
Куйбышевской области  
при освобождении союзных республик**

<b>Наименование союзных республик</b>	<b>Число погибших, чел.</b>	<b>% от общего числа потерь</b>
РСФСР	57875	26,7
Украинская ССР	14635	6,7
Белорусская ССР	6184	2,9
Латвийская ССР	2225	1
Литовская ССР	1101	0,5
Молдавская ССР	395	0,2
Эстонская ССР	871	0,4

Освободительная миссия советских воинов начала свой отчет с первых приграничных сражений и продолжалась все 1418 дней войны. Уже в 1942 г. началось освобождение первых пядей родной земли, захваченной противником, а в 1943 г. советские войска приступили к массовому изгнанию немецко-фашистских захватчиков с оккупированной ими территории<sup>16</sup>. Приобретая опыт боевых действий и получая мощную поддержку тыла, Красная Армия все чаще наносила ощутимые удары по врагу.

В таблице 11 приведены безвозвратные потери уроженцев Куйбышевской области, понесенные при освобождении каждой союзной республики. Ведущее место в этом скорбном списке занимает РСФСР — 57874 чел., или 26,7% от общего числа потерь. Высокими были потери и в других союзных республиках — Украинской ССР и Белорусской ССР — 14 635 и 6 184 чел. соответственно.

Весной 1944 г. советские Вооруженные силы, не дожидаясь открытия второго фронта, начали непосредственное освобождение европейских народов от немецкой оккупации. Окончательный разгром фашистской Германии и милитаристской Японии, освобождение народов Европы и Азии потребовали огромных усилий и жертв. Данные о них приведены в таблице 12.

**Данные о захоронения уроженцев  
Куйбышевской области  
за пределами СССР**

<b>Страна</b>	<b>Число погибших, чел.</b>
Австрия	318
Венгрия	1153
Германия	3626
Китай	123
Польша	3839
Румыния	393
Чехословакия	506
Югославия	87

При обработке печатного издания Книги Памяти мы столкнулись с проблемой неточности и неполноты данных по каждой персоналии, что нашло отражение и в ее электронном аналоге. Выявлено также 63 повтора данных погибших. Нами не исключается вероятность ряда погрешностей, связанных с механическими ошибками при внесении записей и их последующей обработке, не влияющей, однако, на итоговые результаты.

Проведенное исследование позволяет утверждать, что база данных «Безвозвратные людские потери Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны (1941–1945)» может выступать как новое мощное средство восстановления объективной картины военно-исторических событий по первоисточникам, в роли которого выступает Книга Памяти. Она одновременно является проблемно-ориентированной и источник-ориентированной, так как, с одной стороны, создана для решения конкретных исторических задач, с другой ее цель — сохранение исторической информации, содержащейся в источнике, и большая доступность для исследователей, у которых есть возможность не просто доступа к большому массиву структурированных данных в машиночитаемом виде, но и создания в этой структуре своих собственных моделей, ориентированных на решение конкретных исторических задач.

**Примечания**

- <sup>1</sup> Центральный архив Министерства обороны РФ (далее — ЦАМО РФ). Ф. 335. Оп. 5134. Д. 16. Л. 11, 29, 39, 43, 60, 361; Д. 27. Л. 29; Д. 75. Л. 283, 392, 448; Д. 79. Л. 163; Д. 163. Л. 135, 343.
- <sup>2</sup> Там же. Д. 16. Л. 11, 12; Д. 24. Л. 65; Д. 75. Л. 394, 448, 520, 570, Д. 76. Л. 341, 343, 348; Д. 79. Л. 322; Д. 87. Л. 98, 160; Д. 88. Л. 32–34.
- <sup>3</sup> Государственный архив Самарской области (далее — ГАСО). Ф. 4704. Оп. 1. Д. 3. Л. 19–23.
- <sup>4</sup> Сокращение «н/д» означает «нет данных».
- <sup>5</sup> ГАСО. Ф. 4704. Оп. 1. Д. 3. Л. 19–23.
- <sup>6</sup> Социология Великой Победы / под общ. ред. В.Н. Кузнецова. М., 2005. С. 139.
- <sup>7</sup> Россия и СССР в войнах XX века: Историко-статистическое исследование / под ред. Г.Ф. Кривошеева. Подольск, 2005. С. 280.
- <sup>8</sup> Россия и СССР в войнах XX века... С. 281.
- <sup>9</sup> Россия и СССР в войнах XX века... С. 297.
- <sup>10</sup> Социология Великой Победы... С. 154.
- <sup>11</sup> Там же. С. 159.
- <sup>12</sup> Ванчинов Д.П. Военные годы Поволжья (1941–1945). Саратов, 1980. С. 248–249.
- <sup>13</sup> ЦАМО. Ф. 953. Оп. 1. Д. 23. Л. 2.
- <sup>14</sup> Ванчинов Д.П. Указ. соч. С. 253.
- <sup>15</sup> Храмов Л.В., Храмова Н.П. Самарская земля в годы военного лихолетья 1941–1945 гг. Самара, 2003. С. 71.
- <sup>16</sup> Россия и СССР в войнах XX века... С. 507.

## Информационные технологии в обучении истории

---

---

*Е.Н. Балькина*

### Реализация личностно-ориентированного подхода в *e-Learning* (на примере электронного учебного пособия «Жизнь средневекового города Западной Европы в X–XIII вв.»)

**ВВЕДЕНИЕ.** Приоритетной задачей информатизации образования является создание и внедрение в учебный процесс электронных средств обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую и другие виды деятельности в сфере обработки информации.

Все эти положения подтверждены рядом национальных программ и постановлений, разработанных в Республике Беларусь: государственной программой «Электронная Беларусь»<sup>1</sup>, программой «Комплексная информатизация системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 годы»<sup>2</sup>, отраслевой программой «Электронный учебник»<sup>3</sup>.

На Восьмой международной научно-методической конференции «Высшая школа: проблемы и перспективы» (Минск, РИВШ, декабрь 2007) шел разговор о становлении и развитии новой отрасли традиционной образовательной дисциплины — электронной

педагогике — *e*-Педагогике. Информационно-коммуникационные технологии заняли достойное место и в историческом образовании Республики Беларусь.

В пленарном докладе XI конференции Ассоциации «История и компьютер» Президентом АИК, академиком Л.И. Бородкиным, было отмечено: «В течение последних двух-трех лет историческая информатика в России и других странах получила новый импульс развития, связанный как с потребностями исторического образования, всё более плотно соприкасающегося с новой информационной средой, с новым рельефом рынка интеллектуального труда, так и с изменениями, происходящими в структуре современных информационно-коммуникационных технологий. ...Наиболее характерной чертой развития ИКТ в 2000-х гг. является формирование новых компонентов электронной среды взаимодействия. Этот процесс породил новые методологические подходы, программные и аппаратные решения, новые термины и понятия. Широкое распространение получили новые категории: *e-Science*, *e-Social Science*, *e-data*, *e-Research*, *e-Publications*, *e-Culture*, *e-Learning*, *e-Business*, *e-Banking*, *e-Medicine*, *e-Government* и т.д., связанные с развитием распределенной инфраструктуры информационных технологий и ресурсов. Наверное, излишним будет напоминание, что «*e*» означает здесь "*electronic*"»<sup>4</sup>.

Интенсивное развитие и внедрение информационных и коммуникационных технологий в учебный процесс высшей школы приводит к тому, что в настоящее время использование термина *e-Learning* в названии работы без перевода вполне допустимо и понятно большинству читателей<sup>5</sup>. Понятие и проблемы *e-Learning* (электронного обучения) — этого достаточно нового для российского образования процесса — подробно раскрыты в работе Ю.Б. Рубина<sup>6</sup>, принципы электронной педагогики, обслуживающей *e-Learning*, — в работе А.А. Андреева<sup>7</sup>. Основные концепты понятия *e-Learning* в принципе совпадают с содержанием хорошо известного научно-педагогической общественности процесса информатизации образования, и новый термин, используемый в зарубежной системе образования, связан с новыми, динамичными и далеко не исследованными дидактическими свойствами и направлениями применения ИКТ в образовании.

Одно из центральных мест в электронном обучении занимают электронные образовательные издания и ресурсы.

Приоритеты, которые становятся все более очевидными в мировой педагогике начала XXI столетия: система образования должна учитывать возможности и потребности человека; **характер образовательной системы должен быть личностно ориентированным**, т.е. дифференцированным с учетом различных свойств и качеств личности. В настоящее время практически все развитые страны мира осознали необходимость личностно ориентированного обучения, в котором студент действительно является центральной фигурой учебного процесса.

*Личностно ориентированное обучение* — это обучение, учитывающее индивидуальные задатки, способности и возможности студента, использующее передовые педагогические и информационные технологии не только для овладения каждым студентом определенной суммой знаний, умений, навыков, но, что значительно важнее, — для развития личности<sup>8</sup>. Следовательно, личностно ориентированное обучение предусматривает в качестве основных принципов дифференциацию и индивидуализацию обучения, развивающий его характер в условиях массового обучения.

Встает вопрос: каким образом в условиях массового обучения можно пробудить личностный мотив, а тем более индивидуализировать учебный процесс, учитывая психофизиологические данные, индивидуальные задатки, способности и возможности студента? В решении данной проблемы помогает электронное учебное издание (ЭУИ).

**МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ИЗДАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.** Согласно концепции ЭУИ нового поколения по социально-гуманитарным дисциплинам, издание может быть представлено двумя составляющими: условно «жестким» электронным учебником и условно «свободной» творческой мастерской определенной структуры и методикой работы с ними<sup>9</sup>, т.е. имеет «двухконтурную структуру»: «инвариативный» (условно замкнутый) контур — электронный учебник (ЭУ) и «вариативный» (условно свободный) контур — творческая мастерская.

**I. Электронный учебник** должен осуществлять гипермедийное изложение учебного материала, закрепление и контроль знаний, умений и формирования навыков самостоятельной работы по всей шкале таксономии заданий с определенной методикой; должен быть разработан с учетом эргономики, модели предметной области, психофизиологических характеристик обучаемых, современного состояния

технического и программного обеспечения, на основе определенной педагогической теории, так как каждая система обучения, и электронная в том числе, строится на определенной дидактической концепции, которая и определяет отбор содержания, методов, организационных форм, средств обучения.

Однако такая система является замкнутой, закрытой, «жесткой», т.е. не позволяет преподавателю изменять или компоновать представленный в системе материал согласно своим целям и задачам. Рамки системы становятся некоторым образом «тесными» для преподавателей и не удовлетворяют всем их требованиям. Следовательно, в ЭУИ должна быть и «открытая» составляющая — «свободная» творческая мастерская.

Обучение в ЭУ должно базироваться на прогрессивных педагогических теориях и методах. В качестве теоретической основы разработки метода электронного обучения может выступать теория поэтапного формирования умственных действий, развивающего обучения, формирования теоретического мышления, проблемного обучения, установки, стратегия опережающего образования, игровые технологии, модульное обучение, технология формирования критического мышления, проектный метод, индивидуальный и дифференцированный подход к обучению, технология полного усвоения знаний (Mastery Learning), групповая работа (collaborative or cooperative learning), разноуровневое обучение, обучение посредством кейсов (пакет ситуаций для принятия решений), обучение на основе социального взаимодействия и др. Каждая из них имеет преимущественную область своей применимости и в определенных условиях дополняет друг друга. Разумеется, существующие теории, являющиеся базой для личностно ориентированного обучения, строились безотносительно к компьютерному обучению и нуждаются в определенной доработке.

Применительно к электронному обучению можно выделить теорию поэтапного формирования умственных действий, технологию полного усвоения знаний, уровневой дифференциации, индивидуализации, игровые технологии, блочное, модульное и рейтинговое обучение, групповая работа (работа в парах), проектный метод (электронный образовательный проект), технология формирования критического мышления (электронный «портфолио» студента), апробированные и внедренные в Белорусском государственном университете на историческом факультете.



**II. Творческая мастерская** может быть представлена *теоретическими мультимедийными ресурсами, банком практических заданий, коллекцией некоммерческого инструментария* для создания электронной поддержки учебного процесса с методическими рекомендациями и примерами, а также *современными образовательными технологиями*, которые могут быть использованы как преподавателями, так и обучаемыми в процессе подготовки к занятиям.

Для решения заданий продуктивного уровня усвоения, а также формирования умений и навыков обучаемый использует комплекс программных средств — «Инструментарий» — и необходимых ресурсов (из числа представленных в блоке «Ресурсы» и «Задания»), в зависимости от поставленных задач подготавливает электронное эссе, модуль тестового тренинга или контроля знаний, анимацию, интеллектуальные игры-головоломки. Обучение, как показывает практика, является особенно эффективным, если ученики/студенты выступают в роли самостоятельных «разработчиков» компьютерных программ. При этом они должны «моделировать знания» и соответственно осмысливать их.

Педагог имеет возможность на материале блоков «Мультимедийные ресурсы» и «Инструментарий» создавать собственные *e-лекции, средства электронной наглядности, e-book для самостоятельной работы студентов, «живые» карты, реконструкции исторических сражений, анимированную интерактивную озвученную съемку, создать и визуализировать Линию времени и т.п.*

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНИКУ.** Остановимся на кратком описании отдельных педагогических технологий, на основании которых проектировалась деятельность обучаемых в ЭУП «Жизнь...».

#### **Модульная технология обучения**

Под **учебным модулем** будем понимать относительно самостоятельный фрагмент процесса обучения, имеющий собственные цели, содержание, собственное программное, дидактическое и методическое обеспечение и реализующийся посредством проектируемой педагогической технологии.

Возможны различные подходы к разработке технологии модульного обучения. Предлагаемая нами технология модульного обучения базируется на **системно-деятельностном** подходе к процессу обучения, в соответствии с которым на деятельностном уровне модуль как фрагмент дидактического цикла образует **диагностический**

**(вводный), познавательный и контрольный этапы.** Этапы обучения осуществляются последовательно в каждом модуле и соответствуют **ориентировочному, исполнительному и оценочному** компонентам учебной деятельности. Познавательная деятельность в рамках модуля осуществляется по принципу «от общего — к частному».

Интегральный учебный модуль, в отличие от дифференциального, направленного на обеспечение какого-либо одного аспекта обучения, охватывает все основные аспекты и представляет собой относительно самостоятельную и целостную единицу обучения (содержания и процесса) в рамках учебного курса.

Данная единица интегрирует:

- цели обучения;
- содержание в виде логически завершенной части учебного курса;
- технологическое «оснащение» и методическое руководство по освоению модуля, — обеспечивающие дидактический процесс в соответствии с целями обучения;
- организационные формы обучения, необходимые для дидактического процесса;
- систему контроля за обучением и оценивания достигнутых результатов<sup>10</sup>.

Сам модуль может представлять содержание курса в трех уровнях: полном, сокращенном и углубленном. Программный материал подается одновременно на всех возможных кодах: рисуночном, числовом, символическом и словесном.

**Рейтинговая система**<sup>11</sup> оценки знаний по дисциплине представляет собой комплекс организационных, учебных и контрольных мероприятий, базирующийся на учебно-методическом обеспечении всех видов деятельности по данному предмету. Она включает непрерывный мониторинг учебной деятельности учеников/студентов, дифференциацию оценки успеваемости по различным видам деятельности в рамках конкретной дисциплины, график контрольных мероприятий, рейтинговую оценку знаний по дисциплине. Основные цели введения рейтинговой системы — стимулирование повседневной систематической работы обучаемых; снижение роли случайных факторов при сдаче экзаменов и/или зачетов; равномерное распределение учебной нагрузки обучаемых и педагогов в течение семестра.

**Система полного усвоения знаний (СПУ)** (оригинальное название *Mastery Learning*) представляет собой организационно-методическую

систему индивидуализированного обучения, специфическими чертами которой являются:

- разработка диагностично поставленных целей;
- ориентация всех действий на гарантированное достижение учебных целей;
- оперативная обратная связь, оценка текущих и итоговых результатов.

Учебный процесс организуется так, чтобы обучаемые получили достаточное для каждого время, необходимое для изучения требуемого материала. Это позволяет устранить различия в знаниях и добиться полного усвоения практически всего материала у всех учащихся<sup>12</sup>. После определения диагностично поставленных целей по предмету материал разбивается на фрагменты — учебные элементы, подлежащие усвоению. Затем разрабатываются проверочные работы по разделам (сумме учебных элементов), далее организуется *обучение, проверка — текущий контроль, корректировка и повторная, измененная проработка — обучение*. И так до полного усвоения заданных учебных элементов и тем, разделов, предмета в целом.

Цель этой системы — создание психолого-педагогических условий для полного усвоения требуемого учебного материала каждым учащимся, желающим и способным учиться. Философской основой этой системы послужили идеи личностно-центрированного образования американского философа Дж. Дьюи.

Психологической основой системы стали выдвинутые в 1960-х гг. идеи американских ученых Дж. Кэррола, Б.С. Блума и т.д. Недостаток времени является, по мнению Дж. Кэррола, главной причиной слабых знаний. Б. Блум предположил, что способности определяются темпом учения при оптимально подобранных для данного воспитанника условиях.

Он выделил следующие категории учащихся: малоспособные, которые не в состоянии достичь заранее намеченного уровня знаний и умений даже при большой продолжительности обучения, талантливые (около 5%), которые могут учиться в высоком темпе, достигая значительных результатов, средние (около 90%), способности которых к усвоению знаний определяются затратами учебного времени. Б.С. Блум<sup>13</sup> предположил также, что при оптимальной организации обучения (особенно при устранении жестких временных ограничений) около 95% учащихся могут усваивать все содержание обучения. В его экспериментальных исследованиях было установлено,

что учебный материал усваивается почти всеми учащимися, зависимость между способностями учащихся и результатами обучения значительно снижается, т.е. высоких результатов достигают ученики не только с высокими, но и со средними (и ниже средних) способностями.

Критерий полного усвоения определяется либо через однозначное описание действий ученика, либо через указание количества правильных ответов (в последнем случае — **80–90%**). Фиксация этого уровня дает устойчивые положительные учебные результаты, и большинство учащихся сохраняют при этом интерес к учебе, предмету. Снижение критериального уровня, например, до **75%**, дает ухудшение результатов обучения, которое снимает преимущества СПУ перед традиционным обучением.

Опыт практической реализации системы показал, что при **первых попытках** ее применения полного усвоения достигают, как правило, **от 30 до 50%** учащихся. В таких случаях учитель заранее готовит эталоны ответов, соответствующих неполному усвоению материала (оценка «удовлетворительно — хорошо»).

*Возможности применения системы ограничены.* В ней изучаются поддающиеся обособлению, последовательно расположенные и взаимосвязанные учебные материалы, четко описать и детально разложить легче всего цели обучения, связанные с воспроизводящим условием, что и обуславливает ориентацию системы полного усвоения на обучение *репродуктивного* типа. Предметное содержание не предполагает проблемного (исследовательского) метода обучения и ориентировано на невысокий уровень познавательной деятельности. В результате реализации системы полного усвоения затраты учебного **времени возрастают на 10–50%**.

В варианте системы полного усвоения, разработанном Э. Круллем (Эстония), требование полного усвоения применяется **не ко всему учебному материалу, а лишь к необходимому минимуму** знаний и умений, диагностический контроль ограничивается двумя попытками, после чего учащиеся, не достигшие основных целей обучения, допускаются к изучению последующего учебного материала<sup>14</sup>.

Технология успешно реализуется в электронном обучении. Современным вариантом СПУ является адаптивное компьютеризованное дистантное образование.

**Разноразное обучение.** Уровни усвоения («А», «В», «С») каждым студентом учебного материала по отдельным дисциплинам

программы (но не ниже базового) находятся в зависимости от его способностей и индивидуальных особенностей личности.

**Технология развития критического мышления** нацелена на формирование определенного стиля умственной деятельности обучаемых, умения работать с информацией и представлять ее разнообразными способами<sup>15</sup>. Современный уровень компьютеризации и «интернетизации» общества делает бескрайнее информационное поле доступным каждому. Умение своевременно получить информацию и обработать ее, проанализировать и принять соответствующее решение — ключ к успеху современного человека.

Критическое мышление — это поиск здравого смысла: как рассудить объективно и поступить логично, с учетом как своей точки зрения, так и других мнений, умение отказаться от собственных предубеждений. Критическое мышление, способное выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности, весьма существенно при решении проблем.

Реализация технологии осуществляется через три технологических этапа:

1) вызов (актуализация имеющихся знаний; пробуждение интереса к получению новой информации; постановка учащимся собственных целей обучения);

2) реализация (осмысление содержания: получение новой информации; корректировка учеником поставленных целей обучения);

3) рефлексия (размышление, рождение нового знания; постановка учеником новых целей обучения).

На каждом из этапов возможно использование информационных технологий. Приемы и способы, относящиеся к технологии формирования критического мышления: изучение понятий; учебный критический анализ; обнаружение ошибок при решении задач и разрешении проблем; рецензирование своих и чужих сочинений, рефератов, курсовых и дипломных работ; обсуждение научных и публицистических статей, обзоров из Интернета, касающихся исторических наук; написание эссе, аналитических обзоров; формирование умений и навыков путем тренингов по доказательству, опровержению гипотез; специальное обучение процедурам доказательства и опровержения на материале истории; организация дискуссий и дебатов на исторические темы; создание на занятиях условий для формирования навыков объективной оценки и самооценки; формирование критического мышления через чтение и письмо.

Особенность данной педагогической технологии в том, что учащийся в процессе обучения сам конструирует этот процесс, исходя из реальных и конкретных целей, сам отслеживает направление своего развития, сам определяет конечный результат. С другой стороны, использование данной стратегии ориентировано на развитие навыков вдумчивой работы с информацией, с текстом.

Основные приемы формирования критического мышления через чтение и письмо: 1) метод Инсерт (insert)<sup>16</sup> [8]; 2) разбивка на кластеры<sup>17</sup> [5]; 3) фишбоун (рыбный скелет); 4) метод Синквейн<sup>18</sup>[7]; 5) таблица З-Х-У (Знаю – Хочу узнать – Узнаю); 6) таблица Н-С-О (Наблюдаю – Спрашиваю – Отвечаю); 7) двойной дневник; 8) вводный вопрос; 9) толстые и тонкие вопросы; 10) корзина идей; 11) пересказ наперебой; 12) свободное письмо и др.

В пособии «Жизнь средневекового города Западной Европы» были использованы следующие методические приемы:

- 1) метод Инсерт,
- 2) разбивка на кластеры,
- 3) фишбоун,
- 4) метод Синквейн.

**Первый прием — метод Инсерт.** Расшифровка метода insert:

I	Interactive	Интерактивная
N	Noting	Отмечающая
S	System	Система
E	Effective	Эффективного
R	Reading	Чтения
T	Thinking	Размышления

При чтении текста учащиеся на полях расставляют пометки. При чтении текста на компьютере было предложено использовать выделение цветом. Пометки должны быть следующие:

«v» если то, что читают, соответствует тому, что знают – зеленый;  
«-» если то, что читают, противоречит тому, что уже знают, или думают, что знают – красный «+», если то, что читают, является новым – желтый;

«?» если то, что читают, непонятно, или же хотели бы получить более подробные сведения по данному вопросу – синий.

После чтения текста с маркировкой учащиеся заполняют маркировочную таблицу Инсерт, состоящую из четырех колонок. Причем заполняется сначала 1-я колонка по всему тексту, затем 2-я и т.д.

**Второй прием — разбивка на кластеры.** Это педагогическая стратегия, которая помогает учащимся свободно и открыто думать по поводу какой-либо темы. Она требует выделения лишь тех структур, которые дают возможность стимулировать размышления о связях между идеями. Это нелинейная форма мышления. Разбивка на кластеры используется как на этапе вызова, так и на этапе рефлексии в основном для стимулирования мыслительной деятельности до того, как определенная тема будет изучена более тщательно, но может применяться и в качестве средства для подведения итогов того, что учащиеся прошли.

**Третий прием — метод фишбоун (рыбный скелет).** Голова — вопрос темы, верхние косточки — основные понятия темы, нижние косточки — суть понятий, хвост — ответ на вопрос. Записи должны быть краткими, представлять собой ключевые слова или фразы, отражающие суть.

**Четвертый прием — метод Синквейн.** Способность резюмировать информацию, излагать сложные идеи, чувства и представления в нескольких словах — важное умение. Оно требует вдумчивой рефлексии, основанной на богатом понятийном запасе.

Синквейн — это стихотворение, которое требует синтеза информации и материала в кратких выражениях. Слово «синквейн» происходит от французского, которое означает «пять». Таким образом, синквейн — это стихотворение, состоящее из пяти строк.

Правила написания синквейна:

В первой строчке тема называется одним словом (обычно существительным).

Вторая строчка — это описание темы в двух словах (двумя прилагательными).

Третья строчка — описание действия в рамках этой темы тремя словами (глаголы).

Четвертая строка — фраза из четырех слов, показывающая отношение к теме (чувства одной фразой).

Последняя строка — синоним из одного слова, который повторяет суть темы.

Методики развития критического мышления вполне совместимы с использованием новых информационных технологий. Все можно выполнять на компьютере: разрабатывать кластеры, составлять таблицы.

**Игровые технологии.** Существует ряд компьютерных игр, имеющих дидактический характер. Дидактическая игра — условная занимательная для субъекта деятельность, которая направлена на формирование знаний, умений и навыков.

Актуальность игры повышается из-за перенасыщенности современного ученика информацией, постоянно расширяется предметно-информационная среда. Но ее источники по большей части предоставляют материал для пассивного восприятия. Одна из главных задач образования — развитие умений самостоятельной оценки отбора получаемой информации. Развить подобные умения и помогают игровые формы обучения<sup>19</sup>. В первую очередь, это вызвано тем, что игра — естественная, хорошо известная форма деятельности для человека любого возраста. Она мотивационна по своей природе. По отношению к познавательной деятельности она требует и вызывает у участников инициативу, настойчивость, творческий подход, воображение, устремленность. Игра имеет глубокий психологический аспект — часто она помогает ученикам в самоутверждении, подтверждении самооценки. Также игра является универсальным средством обучения, в том числе по историческим дисциплинам. Поэтому весьма эффективно совмещать игровой метод обучения и компьютерные технологии.

Мы рассмотрели педагогические технологии, на основе которых было разработано ЭУП «Жизнь средневекового города западной Европы в X—XIII вв.». Теперь перейдем к тем **индивидуально-психологическим особенностям**, опираясь на которые, мы можем индивидуализировать процесс подачи и закрепления материала, повысить эффективность ЭУ:

- а) *вид восприятия* (зрительный, слуховой, осязательный);
- б) *особенности* (тип, объем) *памяти* (тип — визуальный, аудиальный, кинестетический — ведущей сенсорной системы памяти, малый—средний—высокий объем кратковременной памяти);
- в) *особенности мышления* (степень развитости логического — вербально-логического, «левополушарного» — и образного — «правополушарного» — типов мышления) и в целом интеллект;
- г) *мотивацию к изучаемому предмету*, формировать и поддерживать ее высокий уровень при индивидуальном подходе помогает учет степени экстраверсии (потенциальные интроверты, амбиверты, потенциальные экстраверты, экстраверты);
- д) *мотивацию к данному виду деятельности* (низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий);
- е) *тип нервной системы* (сильный—слабый, уравновешенный—неуравновешенный, подвижный—ригидный) и, соответственно, типы темперамента (сангвиник, холерик, флегматик, меланхолик);



ж) *основные свойства внимания* (высокую—низкую концентрацию, (не) устойчивость, широкий—узкий объем, хорошее—ограниченное распределение, переключение);

з) *уровень тревожности* (низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий).

Рассмотрим более подробно некоторые из них.

**Восприятие** — это целостное отражение предметов, ситуаций и событий, возникающее при непосредственном воздействии физических раздражителей на рецепторные поверхности органов чувств<sup>20</sup>. Восприятие включает прошлый опыт человека в виде представлений и знаний. Процесс восприятия протекает в связи с другими психическими процессами личности: мышлением, речью, чувствами, волей. В зависимости от преобладающей роли того или иного анализатора в отражательной деятельности, восприятие различается по видам: зрительное, слуховое, осязательное. В этой связи людей по преобладающему виду восприятия разделяют на следующие категории:

а) *визуальный тип* (более развиты зрительные анализаторы);

б) *аудиальный тип* (более развиты слуховые анализаторы);

в) *механический тип* (наиболее эффективное запоминание происходит вследствие механического воспроизведения).

Виды восприятия важно учитывать во время лекционного занятия, т.е. тогда, когда студенты получают, «вбирают» в себя учебный материал. Необходимо электронное изложение лекции, учитывающее все три типа восприятия. Одну и ту же информацию для «визуалов» следует предоставлять и в виде текста, и в виде схем, диаграмм, графиков; для аудиального типа следует озвучивать текст лекций; а для тех студентов, у которых ведущий тип восприятия механический, необходимо предоставлять опорные конспект-формы е-лекций с возможностью самостоятельной записи отдельных положений лекции.

**Память** — это психический процесс, от которого зависит результат учебно-воспитательной деятельности обучаемых, так как он связан с важнейшими познавательными действиями — запоминанием, сохранением и воспроизведением учебного материала. Процесс этот совершается тем успешнее, чем сильнее действуют на органы чувств раздражители, воздействие которых в свою очередь зависит от наличия у обучаемого психологической направленности внимания, интереса к этим раздражителям<sup>21</sup>.

Существует несколько оснований для классификации видов человеческой памяти. Одно из них — деление памяти по времени сохранения материала, другое — по преобладающему в процессах запоминания, сохранения и воспроизведения материала анализатору. В первом случае выделяют мгновенную, кратковременную, оперативную, долговременную и генетическую память. Во втором случае говорят о двигательной, зрительной, слуховой, обонятельной, осязательной, эмоциональной и других видах памяти<sup>22</sup>. Рассмотрим более подробно деление памяти во втором аспекте и кратковременную память, так как именно она характеризуется таким показателем, как объем.

*Зрительная память* связана с сохранением и воспроизведением зрительных образов. Данный вид памяти предполагает у человека развитую способность к воображению. На ней основан, в частности, процесс запоминания и воспроизведения материала: то, что человек зрительно может себе представить, он, как правило, легче запоминает и воспроизводит.

*Слуховая память* — это хорошее запоминание и точное воспроизведение разнообразных звуков. Особую разновидность речевой памяти составляет словесно-логическая, которая тесным образом связана со словом, мыслью, логикой.

*Двигательная память* представляет собой запоминание, сохранение, а при необходимости и воспроизведение с достаточной точностью многообразных сложных движений. Совершенствование ручных движений человека связано с этой памятью.

*Эмоциональная память* — это память на переживания. Она участвует в работах всех видов памяти, но особенно проявляется в человеческих отношениях. На эмоциональной памяти непосредственно основана прочность запоминания материала.

Осязательная, обонятельная, вкусовая и другие виды памяти особой роли в образовании человека не играют.

Индивидуальные различия памяти проявляются также в том, на какой вид представлений по преимуществу опирается человек при запоминании. Одни лучше запоминают то, что могут увидеть, другие то, что могут услышать, третьи — то, что может быть выполнено практически. Человек зрительного типа памяти, запоминая текст книги, предпочитает его видеть; человек слухового типа памяти предпочитает слышать содержание текста в чтении кого-либо; человек двигательного типа памяти должен обязательно что-нибудь за-

писать или проговорить заучиваемый материал. Чаще всего встречается смешанный тип памяти — слухо-моторный, зрительно-двигательный, зрительно-слуховой. Смешанный тип жизненно ценнее, чем тип односторонней памяти по причине большого разнообразия практической деятельности человека. Поэтому полезно, чтобы учащиеся запоминали учебный материал разными способами: путем прослушивания, чтения, рассматривания, делая зарисовки, наблюдая и др.

У каждого человека есть все три основных вида памяти, но одна из трех систем представления информации обычно развита больше других — является ведущей. При вспоминании образов из менее развитой системы человек обычно опирается на более развитую, ведущую. Для лучшего запоминания последовательность представления учебного материала должна быть различной для каждого из трех типов.

Особое внимание следует обратить на эмоциональную память, так как она позволяет сделать ЭУ «живым», «очеловеченным». Желаемый эффект достигается путем добавления «эмоциональных пятен» при изложении теоретического материала. «Эмоциональные пятна» подразумевают различного рода отступления: поощрения, или, наоборот, шутки, карикатуры, картинки.

*Кратковременная память* представляет собой способ хранения информации в течение короткого промежутка времени. В кратковременной памяти сохраняется не полный, а обобщенный образ воспринятого, его существенные элементы. Кратковременную память характеризует такой показатель, как объем. Кратковременная память связана с так называемым актуальным сознанием человека. В нее попадает только та информация, которая осознается, соотносится с актуальными интересами и потребностями человека<sup>23</sup>.

Объем кратковременной памяти у каждого человека индивидуален. Он характеризует природную память человека и обнаруживает тенденцию к сохранению в течение всей жизни. Им в первую очередь определяется механическая память. С особенностями кратковременной памяти связано такое свойство, как *замещение*. Оно проявляется в том, что при переполнении индивидуально ограниченного объема кратковременной памяти человека вновь поступающая информация частично вытесняет хранящуюся там, и последняя безвозвратно исчезает.

Для избежания побочного эффекта замещения и наиболее полного усвоения учебного материала необходимо руководствоваться следующими принципами: при малом объеме кратковременной памяти —

информация в ЭУ подается небольшими дозами и тут же предлагается материал для ее закрепления; при большом объеме — подается весь теоретический материал, а потом предлагается его закрепление.

Что касается организационных особенностей мышления, то при более развитом логическом, «левополушарном» типе полезно, структурируя информацию, применять схемы, таблицы, диаграммы и графики; при преобладающем развитии «правополушарного» типа — картинные зарисовки, образы, сравнения.

Результаты опроса, в котором принимали участие студенты третьего курса отделения истории русскоязычного потока (52 человека) исторического факультета БГУ, позволили сделать следующие **выводы:**

**62%** хотели бы иметь ЭУ реализующий гипермедийную форму и форму виртуальной реальности представления данных, с аудиодубликатом текстовых материалов;

**86%** считает, что ЭУ, учитывающий индивидуально-психологические особенности обучаемых, способствует повышению качества и эффективности образования.

Но учет психофизиологических особенностей в ЭУ — чрезвычайно высокочеловеческое производство.

## **ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ «ЖИЗНЬ СРЕДНЕВЕКОВОГО ГОРОДА ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ» V3.5**

### **СФЕРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.**

Для учащихся общеобразовательных школ, всех кто интересуется историей средних веков.

### **НАЗНАЧЕНИЕ.**

*Цель:* углубить знания по истории городов высокого средневековья Западной Европы.

### *Задачи:*

*обучающая* — рассмотреть жизнь города Западной Европы X–XIII вв.; выявить характерные черты быта горожан этого периода; проследить процесс развития городов в высоком средневековье;

*развивающая* — развить умение работы с фактологическим и иллюстративным материалом, улучшить навыки построения причинно-следственных связей, систематизировать изучаемый материал, выделять главное, анализировать и обобщать, продолжить развитие логического мышления;

*воспитательная* — воспитать чувство уважения к другим государствам и народам на основе взаимопомощи и осознания единства интересов, углубить чувство патриотизма, привить культуру научного восприятия исторических событий, личности и их деятельности.

Предназначен для изложения учебного материала, закрепления и контроля знаний, умений и формирования навыков самостоятельной работы с фактами, иллюстративным материалом, схемами и таблицами.

#### **ИСТОЧНИКИ.**

В основе ЭУП — учебники, учебные пособия, научно-популярные издания, научные статьи, монографии, энциклопедии и интернет-ресурсы.

**КОМПОНЕНТЫ.** ЭУП включает следующие разделы:

**I. Информационно-демонстрационный** для представления контента;

**II. Практический** для закрепления материала;

**III. Диагностический** для контроля;

**IV. Релаксации** для отдыха;

**V. Педагогическая мастерская.**

**I. Информационно-демонстрационный** содержит вводные кадры — красочная обложка, титульный, кадры мотивации; аппарат ориентировки — навигатор, интерактивная карта-схема навигации, содержание, литература; по контенту включает **5 модулей** и 14 тем:

**Общая характеристика города** (*Возникновение городов, Население городов, Управление городом, Внешний вид города*);

**Занятия горожан** (*Ремесло и торговля*);

**Быт горожан** (*Питание, Костюм, Жилье*);

**Семья** (*Брак, Положение женщины, Ребенок*);

**Миропонимание** (*Время и пространство, Отношение к смерти*),

а также гипертекстовый алфавитный **Глоссарий** и **Медиатеку** (*Карты и гравюры, Галерея миниатюр и рисунков, Хрестоматия, видеоролики*).

**Технические компоненты:** 240 слайдов более 250 иллюстраций, анимации (\*gif, \*.pps, flash), 4 видеофайла; а также **Глоссарий** (170 терминов), **Медиатека** (галерея e-book — 62 стр., галерея.html — 9 «стр.», 8 сюжетов и 121 иллюстрация: *Облик средневекового города, Занятия горожан, Самоуправление города, Костюм средневекового жителя города, Картина мира горожан: мир земной и мир небесный, Питание человека средневековья, Образование в средние века, Карты известных земель*; 3 видеоролика — 7 мин. 12 с., карты e-book —

26 стр., карты – 19 экземпляров – 20 стр. – MS Word, хрестоматия /23 документа/ e-book – 94 стр., хрестоматия MS Word – 60 стр.).

**Педагогические компоненты:** три уровня подачи лекционного материала (1-й – тезисное простое изложение с многочисленными схемами, таблицами и диаграммами, обширным иллюстративным материалом, анимацией и видео, 2-й – среднего уровня сложности с графическим и иллюстративным материалом, видео, 3-й – в большей степени с опорой на гипертекст, а также с графикой и иллюстрациями) со звуковым (два женских голоса) сопровождением основной гиперплоскости покадрово и отдельно по уровням и модулям (3 и 5 звуковых трека соответственно). Кроме того, каждый из уровней имеет свое музыкальное сопровождение, погружающее в средневековую эпоху. Следовательно воспринимать материал мы можем тремя способами 1) видеть и читать текст, 2) текст + музыка, 3) текст + его озвучивание и 4) только озвучивание (последнее рекомендуется целиком по уровням или модулям).

Этими педкомпонентами мы учитываем а) вид восприятия (зрительный, слуховой, осязательный): видим текст учебника, слышим его озвучивание и/или проговариваем вслух/в конспект-формах (выдачи Power Point) механически делаем пометки; б) особенности памяти (тип – визуальный, аудиальный, кинестетический – ведущей сенсорной системы памяти) и в) степень развитости логического – вербально-логического, «левополушарного» – и обратного – «правополушарного» – типов мышления (материал представлен описательно текстом, графически схемами, таблицами, диаграммами, визуально миниатюрами, мозаиками, витражами, рисунками).

Смысловые расширения кадров контента происходят при переходе по мультимедийным пиктограммам-гиперссылкам за счет рубрик:

*Современное исследование* (например, можно ознакомиться с текстом «Одежда как символ сословных различий» и узнать, что носить одежду, не соответствующую статусу, — преступление);

*Исторический документ* (например, Городское право императора Фридриха I от 19 окт. 1188 г. г. Любеку, Нюрнбергский устав о нищих или описание эртфуртских бань XIII в., которое оставил немецкий поэт Николай де Бибера) — 1–3 страницы;

*Карта* (географические карты, например, карта «Развитие городов в Европе в Высоком средневековье», планы и схемы городов: Парижа, Венеции, Лондона и др.);

«*Это интересно*», где горожане делятся необычными сведениями или казусными короткими историями — 1–3 абзаца текста;

«*Подробнее*» (видя в основной гиперплоскости запечатленные в камне (Скульптура. 1196 г. Баптистерий. Парма) символику календарных месяцев, где каждый месяц представлен соответствующей деятельностью, в дополнительной — почитать об этом календаре сельской жизни, или рассмотреть карту в режиме «лупы», или акцентировать внимание на иллюстративном материале, например, вид города с внешней стороны, внутренний вид города).

Удобная система гиперссылок и закладок словаря позволяет раскрыть термин и из основной гиперплоскости контента, и воспользоваться общей пиктограммой-гиперссылкой из кадра *Содержание*.

Три составляющие *Медиатеки* представлены в двух технико-дизайнерских решениях: *Галерея*, реализованная в конструкторе электронных книг и как html-страничка, *Карты* и *Хрестоматия* — и в конструкторе электронных книг, и в MS Word, что, с одной стороны, стимулирует интерес и как следствие — мотивацию к данному виду деятельности, с другой — позволяет комфортно работать пользователям с разными психологическими характеристиками.

**II. Практический** раздел для закрепления материала представлен следующими заданиями:

— тестовыми (классическим тестом, тест-игрой «Кто хочет стать миллионером средневекового города»);

— игровыми (кроссвордами, мозаиками);

— картографическими интерактивными заданиями;

— вычислительными;

— на развитие критического мышления;

— проектными.

**Технические компоненты:** 90 разноуровневых **тестовых** мультимедийных заданий 4-х форм — с выбором верных ответов, открытой формы, на соответствие, на последовательность с первой попыткой ответа, возможностью получить комментарий и теоретический материал до решения и подсказку после него (в случае неверного ответа), пропуска задания и возвратом к его решению в конце теста, с визуальной фиксацией итога ответа каждого задания, (зеленые и красные маркеры), времени с начала теста, но без его ограничения. В среднем в каждом модуле по 18 заданий.

**Кроссворд** — по одному в каждом модуле, количество слов: 8, 6, 9, 9 и 7 соответственно. Заполнение «ручкой» MS PowerPoint

при \*.pps, «карандашом» Paint при \*.bmp. Возможно обращение к глоссарию.

**Пазлы** (Super Puzzle без фиксации времени, но с размещением рисунков по отдельным папкам-модулям) — пользователям предлагается из фрагментов рисунка сложить единое целое. Закрепление осуществляется по пяти модулям и двум дополнительным темам — *Карты* и *Другое* (персоналии, архитектура, образование) — по 12 миниатюр, мозаик, витражей, рисунков в каждом модуле (\*.bmp от 25 до 500 Кб); с выбором уровня сложности (1–3), «лепестка» разреза, перемешивания, переворачивания разрезанных фрагментов (число фрагментов низкого–среднего–высокого уровня могут быть от, например,  $\min 2 \times 2 = 4 - 2 \times 3 = 6 - 3 \times 4 = 12$  до  $\max 10 \times 11 - 14 \times 15 - 20 \times 22$ ), с возможностью запроса помощи. Общая коллекция иллюстраций — 60 основных и 24 дополнительных.

Формирование **критического мышления** через чтение и письмо: приемы Инсерт, Синквейн, разбивка на кластеры, фишбоун.

Тест-игра «**Интеллектуальный миллионер**» — аналог телешоу «Кто хочет стать миллионером?»<sup>24</sup>. Игра представляет собой игровое высокомотивационное тестирование. Банк заданий содержит иерархические тестовые задания (ТЗ) с выбором одного из четырех вариантов ответа (с тремя возможностями получения помощи) 15 уровней, от простого к сложному. Задания каждого уровня выбираются случайно из коллекций заданий этого уровня. За каждый верный ответ ученик получает определенное количество кредитов (от одной тысячи до одного миллиона). Тестовые задания классифицируются по следующему принципу: 1) минимальный базовый компонент (от 100 до 2000 кредитов, ТЗ по основному материалу *e*-учебника); 2) повышенный уровень сложности (от 4000 до 125 000 кредитов, ТЗ по дополнительному материалу учебника); сверх программы (от 250 000 до 1 000 000, ТЗ по материалу, который не представлен в учебнике). Общий банк — 150, в каждом модуле по 30, длина теста — 15 ТЗ.

При закреплении материала применяются **три сценария игры**.

При **первом** — все верные ответы подсвечиваются зеленым цветом и пользователь просто выбирает нужный, знакомясь тем самым со всем банком ТЗ, к концу игры получая звание «Мнимый миллионер». При **втором** сценарии на каждое из 15 ТЗ можно получить по «три подсказки», облегчающие прохождение игры:

1) «50x50» — автоматически убираются с экрана два неверных ответа, что существенно снижает степень риска при угадывании, при



этом, какие неверные ответы будут убраны, программа определяет случайно;

2) «мнение зала» — каждый человек в «виртуальном зале» выбирает правильный, по его мнению, ответ и игроку показывается диаграмма, где он может увидеть наиболее популярные ответы, «виртуальный зал» никогда не ошибается в тестовых заданиях до 1000, иногда в заданиях до 32 000 кредитов и частенько после 32000;

3) «звонок другу» — игрок как бы «звонит» виртуальному другу (здесь он всегда один) и задает ему вопрос, который вызвал у него затруднение. Достоинство подсказки состоит в том, что, если уж виртуальный друг выскажет свое мнение, то оно обязательно окажется верным. Но он часто вообще не знает ответа, а после 32 000 кредитов добиться от него мнения можно только в редких случаях. К концу игры пользователь получает звание «Полумиллионер».

При *третьем* сценарии получить «три подсказки» можно только по одному разу на весь тест, но в отличие от контроля, время которого существенно ограничено, здесь времени дается достаточно, хотя оно и ограничено. К концу игры пользователь получает звание «Медлительный миллионер знаний».

**Картографические** интерактивные задания. Закрепление осуществляется на основе Конструктора интерактивных карт с проверяемыми заданиями MapKit\_1–4. В моделях-заданиях инструментом «Создать символ» требуется поставить круг на том месте карты Европы, где расположен Париж, Венеция и т.д., окрасить круг в красный, синий и другие цвета; аналогично крупнейшие ярмарки и торги, крупные торгово-ремесленные города, ярмарки в Шампани, крупнейшие университетские города; при помощи инструмента «Создать ломаную» нарисовать сухопутную границу между государствами, морские и сухопутные торговые пути; при помощи меню «Показать скрытые», показать границы государств Европы, отдельно границы, например, владений французского короля в начале XII в., затем территории, присоединенные к владениям короля в начале XIV в. и т.д., их герб и названия; переместить силуэты государств так, чтобы границы стран заняли правильное место на карте; выделить силуэты сфер торгового влияния Немецкой Ганзы, Генуи, Венеции и закрасить их красным/желтым/оранжевым цветом, подписать названия крупных городов этих сфер влияния на карте. Результаты анализа действий — неверно/частично верно/правильно.

**Вычислительные.** Перевести меры весов, длин, денежных единиц как в рамках рассматриваемого периода, так и в современные, даты юлианского календаря в григорианский. Например, золотой и серебряный эку Франции (1270 г.) и современная денежная единица.

**Проектные.** Разработать индивидуальные, парные и групповые проекты на основе материала педагогической мастерской<sup>25</sup>.

**III. Диагностический** раздел представлен **вводным игровым тест-контролем** перед началом работы с е-пособием, **входным/выходным блиц-опросом** «Слабое звено» на основе одноименной телепрограммы по модулям (тестовые задания с выбором одного ответа из двух; помимо пользователя в игре присутствуют еще семь игроков — симулируются компьютером, где каждому игроку предоставляется вопрос, при ответе на который команда получает очки; приз получит только один из игроков, так как раунд за раундом, команда «выкидывает» по одному игроку; в каждом раунде выигрышной суммой станут те очки, которые игроки успевают положить в банк, отвечая на вопросы; первый раунд оставляет 2,5 минуты), контролем по каждому модулю, уровню и итоговым контролем (задания на развитие критического мышления и проектные входят только в итоговый контроль).

В контроле по каждому **модулю** и **уровню** задействованы все 18 и 30 ТЗ соответственно классического теста без комментария, теории и подсказки, с ограничением времени, а также 15 из 30 и 15 из 50 тест-игры «Кто хочет стать миллионером знаний»; 5 кроссвордов по модулям и три по уровням в среднем по 8 и 13 слов. Мозаика (Puzzle from 3FingersUp<sup>26</sup> с фиксацией времени и сохранением игры, но размещением всех иллюстраций в одной папке-модуле или папке-уровне) — классическая головоломка, в которой требуется собрать в единое целое разрезанную на части картинку формата BMP, JPEG или PNG, опираясь на образ объекта и небольшую помощь (мигание двух фрагментов, которые можно соединить), число иллюстраций для модульного и уровневого контроля 12 и 20 соответственно.

В **итоговом** контроле для обучаемого в классическом тесте задействовано 30 заданий из 90, в тест-игре «Кто хочет стать миллионером знаний» 15 из 150, один вариант из 4-итогового кроссворда в среднем по 10–12 слов.

**IV. Релаксации** для отдыха представлены сюжетами: *Мистерия, Праздничное шествие, Цеховая пирушка, Игра на псалтерионе, Пред-*

ставление жонглеров. Пользователь может посмотреть мультфильмы, во flash-игре одеть рыцаря или построить средневековый замок, прислушаться или нет к «Вредным советам» цеховой пирушки, окунуться в мир средневековой музыки и др.

*У. Педагогическая мастерская* содержит банк текстов, изображений и видео, заданий, анимацию e-пособия по модулям; звук по кадрам, модулям и уровням; дополнительный материал (текст, видео, иллюстрации, задания) по курсу, не вошедший в пособие; а также сценарии проведения уроков с применением новых педагогических технологий (4), текст сценки «В ремесленной мастерской», книгу Жака Ле Гоффа «Цивилизация средневекового Запада»; интерактивные анимированные дидактические объекты; Интернет-ресурсы, примеры разработки мультимедийных тестовых заданий в инструментальной тестовой среде ADSoft Tester и MS PowerPoint; раскадровку пособия для печати конспект-форм.

#### ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ.

В ЭУП применялись технологии модульного, разноуровневого, рейтингового обучения, полного усвоения знаний, развития критического мышления, проектные и игровые. Использованы общие методы обучения — устный (озвучивание материала), печатно-словесный (реализуется в ходе непосредственной работы с текстом E-пособия), наглядный (разнообразные иллюстрации, схемы, таблицы, анимации, видео), практический (выполнение пользователями заданий для закрепления и лучшего усвоения материала), а также методы по дидактическим целям — метод изучения новых знаний (информационно-демонстрационный раздел), метод закрепления знаний (тест-тренаж, игра-тренаж, упражнения РКМЧП, проектные, вычислительные), метод контроля (классический контролирующий тест, тест-игра, мозаика и др.).

С одной стороны, ЭУП имеет **семь режимов работы**: *входная игра-тестирование, медиатека, глоссарий, изложение* учебного материала, *тренаж* для закрепления знаний, умений и навыков обучающихся, а также *контроль* для оценки учебных достижений, *выходной блитц-тест* и реализует традиционную ветвь обучения.

С другой — и это основное — оно реализует инновационные технологии: модульное обучение (а внутри по формам и уровням усвоения — легкий, средний, трудный или по уровням и формам — теория, практика, контроль), уровневое обучение (а внутри последовательно по пяти модулям). Схемы традиционного и инноваци-

онного обучения отражены на рисунках 1 и 2. Опишем модульную схему (модуль—форма—уровень).

Работа начинается с кадра *Мотивации*. Для входа в лекционную часть требуется пройти игру-тестирование «Вход в город», реализующую технологию полного усвоения знаний с корректирующими воздействиями. Учитывая, что ТЗ построено с выбором одного ответа из нескольких и предложением после помощи еще раз ответить, и ученик всегда завершает ТЗ верным ответом, сделаем вывод, что входной тест выполняет не диагностирующую функцию, а скорее мотивирующую. Затем учащийся попадает в *Содержание*. Необходимо ознакомиться с навигатором, что облегчит дальнейшую учебу с ЭУП.

Далее обучаемый работает по модулям и в каждом осваивает *информационный режим* (первый уровень, второй и третий), в режиме *тренаж* отвечает по уровням на игровые, тестовые, картографические задания без ограничения времени, решает задания на развитие критического мышления, выполняет проектные задания, потом режим *контроль* выявляет уровень достигнутых знаний, завершается модуль выходным тестом — блиц-опросом «Слабое звено», который одновременно является входным для второго модуля. Попасть в *Медиатеку* и *Глоссарий* можно из кадра *Содержание*. Релаксация предусмотрена только после прохождения каждого модуля. Затем — следующая модуль. В самом конце — итоговый контроль.

Учет типа нервной системы (сильный—слабый, уравновешенный—неуравновешенный, подвижный—ригидный) и, соответственно, типа темперамента (сангвиник, холерик, флегматик, меланхолик) осуществляется следующим образом: для быстрых сангвиника и холерика уменьшается время контроля, а для медлительных флегматика и меланхолика — увеличивается; и если сильному, уравновешенному флегматику рекомендуется работать по вышеописанной модульной (а внутри по формам и уровням: изучение легкое, среднее, трудное; закрепление легкое, среднее, трудное; аналогично контроль) схеме, то знающему, сильному меланхолику предлагается схема уровень—форма—модуль (уровень 1 — теория, практика, контроль, мини-релаксация; затем уровень 2 этого же модуля с паузой отдыха; затем также уровень 3); слабому по уровню знаний меланхолику предлагается схема уровень—модуль—форма: 1-й уровень модуля 1 (теория, практика, контроль) и мини-релаксация, 1-й уровень модуля 2 и отдых, ..., 1-й уровень модуля 5 и отдых, затем контроль

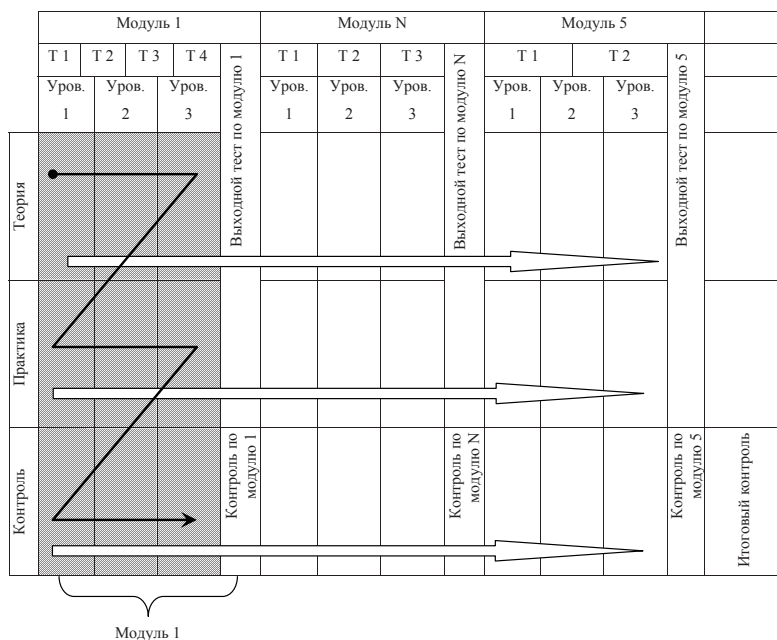


Рис. 1. Алгоритм работы традиционным методом по формам обучения (теория, практика, контроль) и модулям электронного учебного пособия «Жизнь города средневековой Европы X–XIII вв.»

по 1-му уровню и отдых, и только затем переход к более сложному материалу уровня 2.

Для НАВИГАЦИИ использовались возможности гиперссылок и управляющих мультимедийных пиктограмм. В нижней части экрана находятся все управляющие кнопки: кнопки-пиктограммы (вперед-назад), перехода к тематике модуля, по разделам, возврата в содержание, кнопки включения и выключения звука и музыки; в правом верхнем углу – выход. Разветвленная система гиперссылок и удобная система кнопок позволяет оперативно переходить к интересующей информации.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭУП достигается благодаря тщательному отбору и структурированию материала, многоуровневости и последовательности его подачи, высокой атрактивности, формированию адекватного корректирующего воздействия, мультимедийным воз-

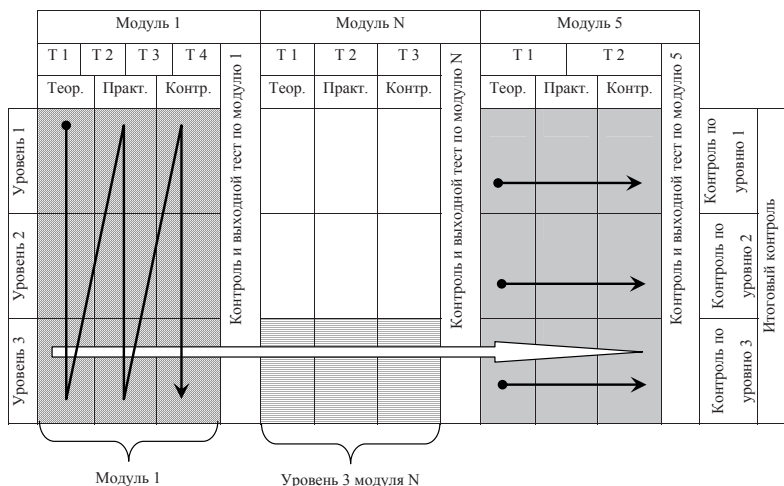


Рис. 2. Алгоритм работы по модулям и уровням электронного учебного пособия «Жизнь города средневековой Европы X–XIII вв.»

возможностям и гибкой структуре ЭУП, методике, задающей индивидуальную трассу обучаемому и характер работы с модулями e-пособия в зависимости от уровня знаний и психофизиологических особенностей (сенсорного восприятия, тип памяти, мышления, нервной системы, мотивации к изучаемому предмету и к данному виду деятельности).

**ПРИМЕНЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.** ЭУП «Жизнь средневекового города Западной Европы X–XIII вв.» внедрено в ряд учебных заведений России, Беларуси, Украины.

**МИНИМАЛЬНЫЕ АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.** Pentium 1,800 Ghz, 32Mb RAM, Windows 2000, XP и выше. Требуется звуковая и видеокарты. Выполнено в MS PowerPoint, E-book Publicant 1.0, Internet Explorer, Windows Movie Maker, MS Word, ADSoft Tester v2.8.1<sup>27</sup>, «Мастере кроссвордов», Puzzle from 3FingersUp 1.9.05, Super PUZZLE v2.0, «Слабое звено» 1.2 LUXE, Миллионер ver. 3.4. Общий объем составляет около 5,25 Гб.

ЭУП «Жизнь...» разработано на кафедре источниковедения исторического факультета Белорусского государственного университета (Минск, 220030, Республика Беларусь, ул. Красноармейская, д. 6, к. 20. Факс +375 (0)17 227-71-00, тел. +375 (0)17 222-36-7, 209-57-06; e-mail: elena@balykina.info; balykina@bsu.by); снабжено сопроводительной документацией: двумя аннотациями и демоверсиями (минимальный и максимальный варианты), инструкцией по установке, методическими указаниями для педагога и рекомендацией для пользователя, структурно-логическими схемами (общей, закрепления материала, алгоритма работы с ЭУП).

### **Примечания**

- <sup>1</sup> Электронная Беларусь: Государственная программа информатизации Республики Беларусь на 2003–2005 гг. и на перспективу до 2010 г.: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2002 №1819 // Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2007.
- <sup>2</sup> Комплексная информатизация системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 годы: программа: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 1 марта 2007 г. №265 // Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2007.
- <sup>3</sup> «Электронный учебник» по разработке электронных образовательных ресурсов для системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 годы: программа, утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 26.12.2006 №129 // Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2007.
- <sup>4</sup> Бородкин, Л.И. Современные тенденции развития исторической информатики // Инновационные подходы в исторических исследованиях: информационные технологии, модели и методы: материалы XI конф. Ассоциации «История и компьютер», Москва, 13–15 дек. 2008 г.: инф. бюл. / Москов. гос. ун-т, Алтай. гос. ун-т; редкол.: Л.И. Бородкин, В.Н. Владимиров, И.М. Гарскова. М.; Барнаул, 2008. № 35. С. 6.
- <sup>5</sup> Андреев А.А. Учебно-методический комплекс для e-Learning: проблемы структуры и проектирования // Интернет-поддержка педагогов/ Саратовский гос. соц.-экон. ун-т. 2006–2008. [Электронный ресурс]. 2008. — Режим доступа: <http://museum.seun.ru/NFPK/ipp/index.php>
- <sup>6</sup> Рубин Ю.Б. E-learning в России: от хаоса к глубокому укоренению // Высшее образование в России. 2005. №3. С. 5–8.

- <sup>7</sup> Андреев А.А. Педагогика высшей школы (новый курс). М., 2002.
- <sup>8</sup> Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие / Е.С. Полат [и др.]; под ред. Е.С. Полат. М., 2005. С. 15.
- <sup>9</sup> Юмашева Ю.Ю. К вопросу о применении мультимедиа-продуктов в преподавании // Опыт компьютеризации исторического образования в странах СНГ: сб. ст. / Белорус. гос. ун-т; под ред. В.Н. Сидорцова, Е.Н. Балыкиной. Минск, 1999. С. 128–134; Балыкина Е.Н. Концепция электронного образовательного издания нового поколения // Информационные технологии в образовании [Электронный ресурс]. 2005. — Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2005/Moscow/II/2/II-2-5818.html>.
- <sup>10</sup> Учебно-методический комплекс: модульная технология разработки: учеб.-метод. пособие / А.В. Макаров [и др.]; под общ. ред. А.В. Макарова, З.П. Трофимовой. 3-е изд., перераб. и доп. Минск, 2008. С. 28–29.
- <sup>11</sup> Положение о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете // Официальный сайт исторического факультета БГУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.hist.bsu.by/bel/dekanat/reit.rar>
- <sup>12</sup> Carroll J.V. A model of school learning / «Teachers College Record». 1963. V. 64; Evaluating instructional Systems / Educational Product Report. 1974. V. 7, №58.
- <sup>13</sup> Bloom B.S. Learning for mastery / Evaluation Comment. 1968. №2; он же. All our children learning. N.Y., 1981.
- <sup>14</sup> Российская педагогическая энциклопедия: в 2-х т. / гл. ред. В.В. Давыдов. [Электронный ресурс]. 1999. — Режим доступа: <http://www.otrok.ru/teach/enc/index.php?n=16&f=87>
- <sup>15</sup> Загашев И.О., Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Учим детей мыслить критически. СПб., 2003. С. 10–12; Шакирова Д.М. Технология формирования критического мышления старшеклассников и студентов // Педагогика. 2006. № 9. С. 74–80.
- <sup>16</sup> Шакирова Д.М. Технология формирования критического мышления старшеклассников и студентов // Педагогика. 2006. №9. С. 74–80.
- <sup>17</sup> Дулама М.Э. Кластеры как форма организации мышления // Развитие критического мышления через чтение и письмо [Электронный ресурс]. 2003. — Режим доступа: <http://lib.lseptember.ru/2003/16/1.htm>
- <sup>18</sup> Хайку по биологии, синквейны по физике // 1-е сентября: газета [Электронный ресурс]. 2003. — Режим доступа: <http://ps.lseptember.ru/articlef.php?ID=200300322>.
- <sup>19</sup> Борзова Л.П. Игры на уроках истории: метод. пособие для учителя. М., 2001. С. 7–8.
- <sup>20</sup> Стрикелева Л.В., Пискунов М.У., Тихонов И.И. Организация учебного процесса с помощью АОС. Педагогические основы. Минск, 1986. С. 66.
- <sup>21</sup> Немов Р.С. Психология: (в 2 ч.). М., 1995. Ч. 2. С. 94.
- <sup>22</sup> Миронова Л.М. Цветоведение. М., 1995. С. 342.



- <sup>23</sup> Немов Р.С. Психология: (в 2 ч.) М., 1995, Ч. 2. С. 342–347.
- <sup>24</sup> Официальный сайт игры «Миллионер» – <http://www.kivlab.com>.
- <sup>25</sup> О методе проектов по истории на основе ИКТ см. подробнее: Балыкина Е.Н., Бузун Д.Н. Электронные учебные материалы СНИЛ «История и компьютер» Белгосуниверситета в контексте проектного обучения // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». 2006. № 33. М., 2006. С. 118–139.
- <sup>26</sup> Координаты программы Puzzle from 3FingersUp: <http://3fu.puzzleclub.ru>
- <sup>27</sup> Сайт программы ADSoft Tester v2.8.1 <http://adtester.h15.ru>

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>3</b>
--------------------------	----------

## **Теория и методология исторической информатики**

<i>Гарскова И.М.</i> Историческая информатика: после точки бифуркации .....	5
--	---

<i>Бородкин Л.И.</i> Синергетика, информационный подход и исторические исследования: дискуссии 2000-х гг.....	34
--	----

## **Проблемы моделирования в истории и археологии**

<i>Жуков Д.С., Лямин С.К.</i> Моделирование динамики средовых и ментальных характеристик социума средствами фрактальной геометрии.....	50
--	----

<i>Малков А.С., Малинецкий Г.Г., Чернавский Д.С.</i> О математическом моделировании исторических процессов: аграрные общества .....	84
---	----

<i>Нефедов С.А., Турчин П.В.</i> Опыт моделирования демографически-структурных циклов .....	100
--	-----

<i>Слонов В.Н.</i> Динамика демографической ситуации человеческой группы при внешнем негативном воздействии (об условиях отсутствия демографического цикла) .....	116
--	-----

<i>Кропотов С.И., Ушаков С.В.</i> Некоторые статистические характеристики распределения фрагментов стеклянных сосудов Херсонеса и их связь с закономерностями формирования культурного слоя.....	126
---	-----

## **Пространственное моделирование: применение ГИС и 3D моделей в задачах исторической реконструкции**

<i>Жеребятьев Д.И., Кончаков Р.Б.</i> Технологии трехмерного моделирования в ракурсе исторической информатики .....	145
--	-----

<i>Смолин А.А., Румянцев М.В.</i> Виртуальная реконструкция храмового комплекса г. Енисейска на основе технологии трехмерного моделирования .....	175
<i>Усачев А.В.</i> Концепция информационной системы «Актуализация историко-культурного наследия» .....	197
<i>Жеребятьев Д.И., Кончаков Р.Б.</i> Применение методики трехмерного пространственного анализа для изучения формирования городской застройки и восстановления культурного наследия .....	217
<i>Груздев Д.В.</i> Алгоритм и технология визуализации пространственной модели археологических объектов .....	237
<i>Коробов Д.С.</i> Моделирование сельскохозяйственных угодий алан Кисловодской котловины V–VIII вв. методами ГИС .....	249

### **Информационные системы и базы данных**

<i>Афиани В.Ю., Злобин Е.В.</i> Проблемы информатизации Архива Российской академии наук .....	269
<i>Додонов Б.Ф., Котлова Т.Н., Широков В.И.</i> База данных «Документальное наследие семьи Романовых в фондах ГА РФ»: источниковедческий аспект, состав, содержание и перспективы использования .....	288
<i>Бушуева О.Ю.</i> База данных «Безвозвратные людские потери Куйбышевской области в годы Великой Отечественной войны (1941–1945)» и ее анализ .....	318

### **Информационные технологии в обучении истории**

<i>Балыкина Е.Н.</i> Реализация личностно-ориентированного подхода в e-Learning (на примере электронного учебного пособия «Жизнь средневекового города Западной Европы в X–XIII вв.») .....	341
---	-----

*Научное издание*

**Круг идей:  
модели и технологии  
исторических реконструкций**

*Труды XI конференции Ассоциации  
«История и компьютер»*

Подготовка оригинал-макета — Д.В. Колдаков  
Формат 70x90 1/16. Гарнитура «NewtonС».  
Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 27,2. Тираж 500 экз. Заказ

Ордена «Знак Почета»  
Издательство Московского университета:  
125009, Москва, ул. Б. Никитская, 5/7

Отпечатано ООО «Графика-ПРЕСС»:  
634050, Томск, ул. Беленца 17,  
тел. (3822) 51-09-59